

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 1 1 月 1 2 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 3 2 8 7 7 0

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

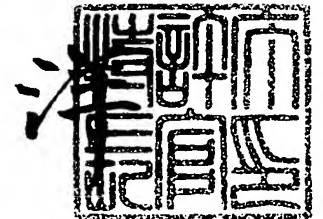
J P 2 0 0 4 - 3 2 8 7 7 0

出 願 人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 5 年 8 月 3 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【官 制 名】 特 許 願  
【整理番号】 7048060197  
【提出日】 平成16年11月12日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H04L 12/28  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 土居 裕  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 三村 政博  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 松本 泰輔  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005821  
    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100097445  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 岩橋 文雄  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100103355  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 坂口 智康  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100109667  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 内藤 浩樹  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2004-252243  
    【出願日】 平成16年 8月31日  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 011305  
    【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9809938

【請求項 1】

無線通信装置がビーコンビリオドにおいてビーコンを互いに衝突しないように送信する無線ネットワークシステムにおいて、

無線通信装置がビーコンビリオド内に、自己のビーコンを送信する期間であるビーコンスロットより以前に空きのビーコンスロットがあるか否かを検出するステップと、

前記検出ステップで空きビーコンスロットを検出したとき、自己のビーコンスロットを前記空きビーコンスロットへ移動するまでの所定のスーパーフレームのカウントを開始するステップと、

他の無線通信装置に自己のビーコンスロット位置の移動処理状態を通知する情報である移動状態情報をビーコンに付加するとともに、他の無線通信装置から受信した前記移動状態情報と、当該移動状態情報を通知した無線通信装置を特定する識別子と、ビーコンスロット位置とを対応づけてビーコンビリオド占有情報として付加して自己のビーコンスロットで送信するステップと、

前記所定のスーパーフレームの経過後に自己のビーコンを前記空きビーコンスロットへ移動して送信するステップと

を有し、

前記ビーコンスロットの使用状態を、受信した無線通信装置のビーコンの移動状態情報と、前記ビーコンビリオド占有情報とを基にして決定する無線通信方法。

【請求項 2】

前記所定のスーパーフレームのカウントは、自己のビーコンスロットからビーコンビリオドの終了までに他の無線通信装置のビーコンが存在する期間を行わないことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信方法。

【請求項 3】

前記所定のスーパーフレームのカウントは、少なくとも 1 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信方法。

【請求項 4】

前記無線通信装置は、受信した前記ビーコン及び前記ビーコンビリオド占有情報により、いずれかの無線通信装置のビーコンスロット位置の配置であるビーコンフォーメーションの変更を検出したとき、前記空きビーコンスロットの検出およびそれに伴う自己のビーコンスロット位置の移動処理を行う請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の無線通信方法。

【請求項 5】

前記移動状態情報は、前記所定のスーパーフレームをカウントする移動カウンタのカウント値あるいはフラグである請求項 1 に記載の無線通信方法。

【請求項 6】

前記無線通信装置は、前記ビーコンフォーメーションの最下位のスロットから少なくとも 2 スロットを、データ通信を行わないエントリースロットとして確保し、

新規に、あるいは前記無線ネットワークシステムへの再加入時にビーコンの送信を開始するときに、前記エントリースロットからランダムに選択したスロットを自己のビーコンスロット位置としてビーコンを送信することを特徴とする請求項 4 に記載の無線通信方法。

【請求項 7】

前記無線通信装置が前記ビーコンに自己が認識する前記ビーコンフォーメーションの最下位スロットまでの長さを示すビーコンスロット長情報をビーコンに付加するステップをさらに有し、

前記無線通信装置が近隣の無線通信装置から受信した前記ビーコンスロット長情報のうち、最大のビーコンスロット長に前記エントリースロットの長さを加えた期間は、データ通信を行わず、ビーコンを受け付けることを特徴とする請求項 6 に記載の無線通信方法。

【請求項 8】

ビーコンを受信し、フレームを抽出するビーコン受信部と、

抽出したフレームがビーコンフレームであるか否かを判定し、ビーコンの受信スロット位

且、当該ビーコンの送信元の無線通信装置を特定する識別子と、前記送信元の無線通信装置がビーコンスロット位置を移動するか否かを示す移動状態情報を関連づけて、ビーコンビリオド占有情報として記録部に記録するとともに、前記ビーコンフレームに付与されていた前記ビーコンビリオド占有情報を記録するフレーム判定部と、前記ビーコンビリオド占有情報を基に、ビーコンビリオド内に、自己のビーコンスロットより前に空きのビーコンスロットがあるか否かを検出し、空きビーコンスロットを検出したとき、自己のビーコンスロットを前記空きビーコンスロットへ移動するまでの所定のスーパーフレームのカウントを移動カウンタに設定するビーコンスロット位置制御部と、ビーコンスロット位置制御部からの指示された、ビーコンビリオドにおける自己のスロット位置を検出し、ビーコンの送信を指示するビーコン送信指示部と、前記ビーコン送信指示部からの指示で、受信したビーコンから生成した前記ビーコンビリオド占有情報と、自己の移動状態情報と、自己が受信したビーコンから求めたビーコンスロットの全長さを示すビーコンスロット長情報とを含むビーコンフレームを構成するフレーム構成部と、を有し、ビーコンスロット位置制御部が前記移動カウンタからカウントダウンの通知を受けて、ビーコン送信指示部に自己のビーコンスロット位置の変更を指示する無線通信装置。

【請求項 9】

前記移動カウンタは、前記所定のスーパーフレームのカウントを、自己のビーコンスロットからビーコンビリオドの終了までに他の無線通信装置のビーコンが存在する期間を行わないことを特徴とする請求項 8 に記載の無線通信装置。

【請求項 10】

前記所定のスーパーフレームのカウントは、少なくとも 1 以上であることを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

【請求項 11】

前記ビーコンスロット位置制御部は、受信した前記ビーコン及び前記ビーコンビリオド占有情報により、いずれかの無線通信装置のビーコンスロット位置の配置であるビーコンフォーマーションの変更を検出したとき、前記空きビーコンスロットの検出およびそれに伴う自己のビーコンスロット位置の移動処理を行う請求項 8 に記載の無線通信装置。

【請求項 12】

前記移動状態情報は、前記所定のスーパーフレームをカウントする移動カウンタのカウント値あるいはフラグである請求項 8 に記載の無線通信装置。

【請求項 13】

前記フレーム構成部は、前記ビーコンフォーマーションの最下位のスロットから少なくとも 2 スロットを、データ通信を行わないエントリースロットとして設け、前記ビーコンスロット位置制御部は当該無線通信装置が新規に、あるいは前記無線ネットワークシステムへの再加入時にビーコンの送信を開始するとき、前記エントリースロットからランダムに選択したスロットを自己のビーコンスロット位置としてビーコン送信指示部へ指示することを特徴とする請求項 8 に記載の無線通信装置。

【請求項 14】

前記フレーム判定部は、近隣の無線通信装置から受信した前記ビーコンスロット長情報のうち、最大のビーコンスロット長に前記エントリースロットの長さを加えた期間は、ビーコンを受け付け、

前記フレーム構成部は、前記期間はデータ通信を行わないことを特徴とする請求項 8 に記載の無線通信装置。

【請求項 15】

前記移動状態情報は、前記無線通信装置のビーコンスロット位置の移動予定先を示す移動先スロット位置情報をさらに含み、

自己のビーコンスロットからビーコンビリオドの終了までにビーコンを送信する他の無線通信装置の前記移動先スロット位置情報で指定したビーコンスロット以外に空きビーコン

ヘロッドがある場所は、当該空きビーコンヘロッドのいずれかを選択し、移動元ビーコンスロット位置として他の無線通信装置へ通知するとともに、前記所定のスーパーフレームのカウンタを開始することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信方法。

【請求項 16】

前記空きビーコンスロットの選択は、前記空きビーコンスロットの中で最上位のビーコンスロットを選択し、自分が最下位スロットでないならば次のスーパーフレームで、最上位から 2 番目に上位の空きスロットを選択するものであることを特徴とする請求項 15 に記載の無線通信方法。

【請求項 17】

前記空きビーコンスロットの選択は、前記空きビーコンスロットの中で任意のビーコンスロットを選択するものであることを特徴とする請求項 15 に記載の無線通信方法。

【請求項 18】

前記所定のスーパーフレームをカウンタ中に、自己のカウント値が最大値をとる場合には、最大値のカウント値を有する他の無線通信装置を前記移動状態情報から検知する、あるいは、前記最大値のカウント値を有する他の無線通信装置を前記ビーコンビリウド占有情報から検知し、自己のカウント値が最大値 - 1 をとる場合には他の無線通信装置を、前記移動状態情報から検知し、自己のカウント値が上記以外の値をとる場合には、同一のカウント値を有する他の無線通信装置を、前記移動状態情報から検知する、あるいは、自己のカウント値 + 1 の値を有する他の無線通信装置を前記ビーコンビリウド占有情報から検知するステップを有し、

いずれかの前記条件に適合する無線通信装置を検知したとき、当該無線通信装置の内、最下位のスロット位置にある無線通信装置が前記カウンタを継続し、該当しない他の無線通信装置は所定のカウンタにリセットすることを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信方法。

【請求項 19】

前記カウンタ中に最大値もしくは 0 以外の自己のカウント値と同一のカウント値を有する前記ビーコン時間占有情報を受信したとき、前記カウンタを中止し、自己のカウント値を最大値にリセットすることを特徴とする請求項 18 に記載の無線通信方法。

【請求項 20】

自己のビーコンスロットの移動先の前記空きビーコンスロットは、最上位の空きビーコンスロットであることを特徴とした請求項 1 に記載の無線通信方法。

【請求項 21】

前記移動状態情報は、前記無線通信装置のビーコンスロット位置の移動予定先を示す移動先スロット位置情報をさらに含み、

前記ビーコンスロット位置制御部は、自己のビーコンスロットからビーコンビリウドの終了までにビーコンを送信する他の無線通信装置の前記移動先スロット位置情報で指定したビーコンスロット以外に空きビーコンスロットがある場合は、当該空きビーコンスロットを移動先ビーコンスロット位置として自己の移動状態情報を前記記録部に記録し、前記所定のカウンタを移動カウンタに設定するものであり、

前記フレーム構成部は、前記記録部に記録された自己の移動状態情報を含むビーコンフレームを構成することを特徴とする請求項 8 に記載の無線通信装置。

【請求項 22】

前記ビーコンスロット位置制御部は、自己のビーコンスロットからビーコンビリウドの終了までにビーコンを送信する他の無線通信装置が移動を予定するビーコンスロット以外の空きスロットの中で、最上位のビーコンスロットを移動先ビーコンスロットに指定することを特徴とする請求項 21 に記載の無線通信装置。

【発明の名称】 無線通信方法および無線通信装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信ネットワークにおけるアドホック通信をするときの無線通信方法および無線通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、この無線通信方法および無線通信装置としては、例えば、特許文献1に記載されているようなものがあった。図42は特許文献1に記載された無線通信方法を示すものであり、無線ネットワークにおいて、制御局を配置せずに、無線通信装置同士が直接通信する無線通信方法を示している。

【0003】

図42において、無線通信装置は所定の時間間隔で自己の情報受信開始位置を示す受信タイミング情報と受信ウィンドウ情報と受信周期情報とを記載した管理情報を送信する(M1~M4)。この管理情報を受信できた他の無線通信装置は、該当する無線通信装置の通信装置番号に関連付けて、受信タイミングと受信ウィンドウ、受信周期を記憶しておき、情報伝送時には、通信相手の受信タイミングと受信ウィンドウ、受信周期とから該当する無線通信装置における受信開始位置を求めて、そのタイミングで情報を送信する。

【0004】

なお、管理情報は、管理情報交換領域(以下、「ビーコンビリオド」という。)(C1~C5)で全ての無線通信装置がビーコンを送信し交換している。

【特許文献1】特開2003-229869号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の方法ではビーコンビリオドは固定時間であるため、予めいくつかのビーコンを送信するかわからないような無線ネットワークシステムにおいては、次のような課題を有していた。すなわち、実際にこの無線ネットワークシステムに加入している無線通信装置が予め想定していたノード数よりはるかに小さなノード数であった場合には、ビーコンビリオドは空き時間が多く、通信効率が良くない。

【0006】

また、ビーコンビリオドの時間はすべてのノードが受信待ち状態で動作し続けるため、必要以上に長いビーコンビリオドは余計な電力を消費することになるので、消費電力の無駄が増えてしまう。

【0007】

さらに、同じ無線通信方式を採用する、他の無線ネットワークシステムが近隣に存在する場合に、ビーコンビリオドが長い程、ビーコンビリオド同士やデータ通信と衝突する可能性が高くなってしまう。

【0008】

一方、この無線ネットワークシステムに加入している無線通信装置が予め想定していたノード数より大きな数であった場合には、ビーコンの空きスロットが不足してしまい無線ネットワークシステムに参加できない無線通信装置が生じてしまう。

【0009】

本発明は、上記従来の課題を解決するためになされ、その目的とするところは、無線ネットワークシステムに加入する無線通信装置の数が動的に変動しても、通信効率が良く、消費電力の無駄も少ない無線通信方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る無線通信方法は、無線通信装置がビーコンビリオドにおいてビーコンを互

いに割大しないように返信する無線ネットワークシステムにおいて、無線通信装置がビーコンビリオド内に、自己のビーコンを送信する期間であるビーコンスロットより以前に空きのビーコンスロットがあるか否かを検出するステップと、この検出ステップで空きビーコンスロットを検出したとき、自己のビーコンスロットを空きビーコンスロットへ移動するまでの所定のスーパーフレームのカウントを開始するステップと、他の無線通信装置に自己のビーコンスロット位置の移動処理状態を通知する情報である移動状態情報をビーコンに付加するとともに、他の無線通信装置から受信した前記移動状態情報と、当該移動状態情報を通知した無線通信装置を特定する識別子と、ビーコンスロット位置とを対応づけてビーコンビリオド占有情報として付加して自己のビーコンスロットで送信するステップと、所定のスーパーフレームの経過後に自己のビーコンを先の空きビーコンスロットへ移動して送信するステップとを有し、ビーコンスロットの使用状態を、受信した無線通信装置のビーコンの移動状態情報と、ビーコンビリオド占有情報とを基にして決定するものである。

#### 【0011】

これにより、必要に応じてビーコンビリオドの長さを変更できるため、ノード数が固定長のビーコンビリオドで発生していた通信効率の低下や、消費電力の損失といった不利益を取り除くことができる。また、スーパーフレームのカウントを開始するなどの移動処理状態の通知を設けることで、同じビーコンビリオドで送信される他のビーコン情報の変化に対応できるようになる。さらに、次近接の無線通信装置の発するビーコンの情報が届くまでに1ビーコンビリオド遅れることになるが、ビーコンスロット位置の移動をスーパーフレーム単位で待つことにより、この遅れを吸収することができる。またさらに、次近接の無線通信装置のビーコンスロットに関する情報も相互に通知することができるので、ビーコンスロットを移動したことによる、通信相手の無線通信装置が、通信可能な他の無線通信装置のビーコンとの衝突を避けることができる。

#### 【0012】

また、本発明に係る無線通信方法は、所定のスーパーフレームのカウントが、自己のビーコンスロットからビーコンビリオドの終了までに他の無線通信装置のビーコンが存在する期間は行わないことを特徴とする。

#### 【0013】

これにより、カウントダウンした無線通信装置のみが、その近隣において唯一のビーコンスロットを変更した無線通信装置であるということが保証され、他の無線通信装置と同時に同じビーコンスロット位置に移動するような事態を起こさずにビーコンビリオドの縮退動作を行うことができる。

#### 【0014】

また、本発明に係る無線通信方法は、所定のスーパーフレームのカウントは、少なくとも1以上であることを特徴とする。

#### 【0015】

これにより、次近接の無線通信装置の発するビーコンの情報が届くまでに1ビーコンビリオド遅れることになるが、ビーコンスロット位置の移動をスーパーフレーム単位で待つことにより、この遅れを吸収することができる。

#### 【0016】

また、本発明に係る無線通信方法は、無線通信装置が受信したビーコン及びビーコンビリオド占有情報により、いずれかの無線通信装置のビーコンスロット位置の配置であるビーコンフォーメーションの変更を検出したとき、空きビーコンスロットの検出およびそれに伴う自己のビーコンスロット位置の移動処理を行うものである。

#### 【0017】

これにより、ビーコンフォーメーションが動的に変更されるような状況下にあるときに、自律分散的にこれを検知してビーコンビリオド縮退動作を行うことができる。

#### 【0018】

また、本発明に係る無線通信方法における移動状態情報は、所定のスーパーフレームを

。 カウンタの移動カウンタのカウンタ値の値は、この値である。

#### 【0019】

これにより、フラグを使用した場合は、無線通信装置間の送受信データを最小限の1ビットに限定でき、通信時間を短くすることを可能とする。

#### 【0020】

また、本発明に係る無線通信方法は、無線通信装置が各無線通信装置のビーコンスロット位置及びビーコンビリオド占有情報から構成されるビーコンフォーメーションの最下位のスロットから少なくとも2スロットを、データ通信を行わないエントリースロットとして確保し、新規に、あるいは無線ネットワークへの再加入時にビーコンの送信を開始するときに、このエントリースロットからランダムに選択したスロットを自己のビーコンスロット位置としてビーコンを送信することを特徴とするものである。

#### 【0021】

これにより、新規加入の無線通信装置や地理的位置の移動により他の無線通信装置とビーコンスロット位置が重複してしまった無線通信装置の再加入においても、同じアルゴリズムで無線ネットワークシステムのビーコンフォーメーションに組み込むことができる。

#### 【0022】

また、本発明に係る無線通信方法は、無線通信装置がビーコンに自己が認識するビーコンフォーメーションの最下位スロットまでの長さを示すビーコンスロット長情報が付加するステップをさらに有し、この無線通信装置が近隣の無線通信装置から受信したビーコンスロット長情報のうち、最大のビーコンスロット長にエントリースロットの長さを加えた期間は、データ通信を行わず、ビーコンを受け付けることを特徴とするものである。

#### 【0023】

これにより、近隣に位置する無線通信装置の近隣にて新たに加入する無線通信装置が、そこで検知されるエントリースロットでビーコンを送信し始めたときにそのビーコンの受信することができる。

#### 【0024】

本発明に係る無線通信装置は、ビーコンを受信し、フレームを抽出するビーコン受信部と、抽出したフレームがビーコンフレームであるか否かを判定し、ビーコンの受信スロット位置と、当該ビーコンの送信元の無線通信装置を特定する識別子と、送信元の無線通信装置がビーコンスロット位置を移動するか否かを示す移動状態情報を関連づけて、ビーコンビリオド占有情報として記録部に記録するとともに、ビーコンフレームに付与されていたビーコンビリオド占有情報を記録するフレーム判定部と、ビーコンビリオド占有情報を基に、ビーコンビリオド内に、自己のビーコンスロットより前に空きのビーコンスロットがあるか否かを検出し、空きビーコンスロットを検出したとき、自己のビーコンスロットを空きビーコンスロットへ移動するまでの所定のスーパーフレームのカウントを移動カウンタに設定するビーコンスロット位置制御部と、ビーコンスロット位置制御部からの指示された、ビーコンビリオドにおける自己のスロット位置を検出し、ビーコンの送信を指示するビーコン送信指示部と、このビーコン送信指示部からの指示で、受信したビーコンから生成したビーコンビリオド占有情報と、自己の移動状態情報と、自己が受信したビーコンから求めたビーコンスロットの全長さを示すビーコンスロット長情報とを含むビーコンフレームを構成するフレーム構成部とを有し、ビーコンスロット位置制御部が移動カウンタからカウントダウンの通知を受けて、ビーコン送信指示部に自己のビーコンスロット位置の変更を指示するものである。

#### 【0025】

これにより、他の無線通信装置と同時に同じビーコンスロット位置に移動するような事態を引き起こさず、最小限のデータの交換で自律分散的に縮退動作を行うと共に、いまままで通信できなかった無線通信装置との地理的移動による近隣化により同じグループとして通信できるような無線ネットワークを構成する無線通信装置を構築することが可能となる。

#### 【0026】



また、本発明に係る無線通信装置は、移動カウンタが所定のスーパーフレームのカウンタを、自己のビーコンスロットからビーコンビリオドの終了までに他の無線通信装置のビーコンが存在する期間を行わないことを特徴とするものである。

【0027】

これにより、カウントダウンした無線通信装置のみが、その近隣において唯一のビーコンスロットを変更した無線通信装置であるということが保証され、他の無線通信装置と同時に同じビーコンスロット位置に移動するような事態を起こさずにビーコンビリオドの縮退動作を行うことができる。

【0028】

また、本発明に係る無線通信装置は、所定のスーパーフレームのカウンタは、少なくとも1以上であることを特徴とするものである。

【0029】

これにより、次近接の無線通信装置の発するビーコンの情報が届くまでに1ビーコンビリオド遅れることになるが、ビーコンスロット位置の移動をスーパーフレーム単位で待つことにより、この遅れを吸収することができる。

【0030】

また、本発明に係る無線通信装置は、ビーコンスロット位置制御部が、受信したビーコン及びビーコンビリオド占有情報により、いずれかの無線通信装置のビーコンスロット位置の配置であるビーコンフォーメーションの変更を検出したとき、空きビーコンスロットの検出およびそれに伴う自己のビーコンスロット位置の移動処理を行うものである。

【0031】

これにより、ビーコンフォーメーションが動的に変更されるような状況下にあるときに、自律分散的にこれを検知してビーコンビリオド縮退動作を行うことができる。

【0032】

また、本発明に係る無線通信装置は、移動状態情報が所定のスーパーフレームをカウントする移動カウンタのカウンタ値あるいはフラグである。

【0033】

これにより、フラグを使用した場合は、無線通信装置間の送受信データを最小限の1ビットに限定でき、通信時間を短くすることを可能とする。

【0034】

また、本発明に係る無線通信装置は、フレーム構成部がビーコンフォーメーションの最下位のスロットから少なくとも2スロットを、データ通信を行わないエントリースロットとして設け、ビーコンスロット位置制御部は当該無線通信装置が新規に、あるいは無線ネットワークシステムへの再加入時にビーコンの送信を開始するとき、エントリースロットからランダムに選択したスロットを自己のビーコンスロット位置としてビーコン送信指示部へ指示することを特徴とするものである。

【0035】

これにより、新規加入の無線通信装置や地理的位置の移動により他の無線通信装置とビーコンスロット位置が重複してしまった無線通信装置の再加入においても、同じアルゴリズムで無線ネットワークシステムのビーコンフォーメーションに組み込むことができる。

【0036】

また、本発明に係る無線通信装置は、フレーム判定部が近隣の無線通信装置から受信したビーコンスロット長情報のうち、最大のビーコンスロット長にエントリースロットの長さを加えた期間はビーコンを受け付け、フレーム構成部が、その期間はデータ通信を行わないことを特徴とするものである。

【0037】

これにより、近隣に位置する無線通信装置の近隣にて新たに加入する無線通信装置が、そこで検知されるエントリースロットでビーコンを送信し始めたときにそのビーコンの受信することができる。

【0038】

本発明に係る無線通信方法は、移動状態情報が無線通信装置のビーコンヘッド位置の移動予定先を示す移動先スロット位置情報をさらに含み、自己のビーコンスロットからビーコンビリオドの終了までにビーコンを送信する他の無線通信装置の移動先スロット位置情報で指定したビーコンスロット以外に空きビーコンスロットがある場合は、当該空きビーコンスロットのいずれかを選択し、移動先ビーコンスロット位置として他の無線通信装置へ通知するとともに、所定のスーパーフレームのカウントを開始するものである。

【００３９】

これにより移動先ビーコンスロット毎に競合することで、１サイクルカウントダウンにより、複数のビーコンを縮退位置に移動させることが可能になる。

【００４０】

また、本発明に係る無線通信方法は、空きビーコンスロットの選択が空きビーコンスロットの中で最上位のビーコンスロットを選択し、自分が最下位スロットでないならば次のスーパーフレームで、最上位から２番目に上位の空きスロットを選択するものである。

【００４１】

これにより、最上位の空きスロットから順に、また、並行してビーコンスロットを移動することが可能になる。

【００４２】

また、本発明に係る無線通信方法は、空きビーコンスロットの選択が空きビーコンスロットの中で任意のビーコンスロットを選択するものである。

【００４３】

これにより、先の発明のようにビーコン同士が互いの移動先を確認して順次選択していくのとは異なり、一時に複数の縮退動作を開始させることを可能とするものである。

【００４４】

また、本発明に係る無線通信方法は、所定のスーパーフレームをカウント中に、自己のカウント値が最大値をとる場合には、最大値のカウント値を有する他の無線通信装置を移動状態情報から検知する、あるいは、最大値のカウント値を有する他の無線通信装置をビーコンビリオド占有情報から検知し、自己のカウント値が最大値－１をとる場合には他の無線通信装置を移動状態情報から検知し、自己のカウント値が上記以外の値をとる場合には、同一のカウント値を有する他の無線通信装置を移動状態情報から検知する、あるいは、自己のカウント値＋１の値を有する他の無線通信装置をビーコンビリオド占有情報から検知するステップを有し、いずれかの条件に適合する無線通信装置を検知したとき、当該無線通信装置の内、最下位のスロット位置にある無線通信装置がカウントを継続し、該当しない他の無線通信装置は所定のカウントにリセットするものである。

【００４５】

これにより空きスロットを常に適切に選択して効率よくビーコンビリオドを縮退し、なおかつ、１カウントダウンサイクルにおいて複数のビーコンをパイプライン的に縮退することができる。

【００４６】

また、本発明に係る無線通信方法は、カウント中に最大値もしくは０以外の自己のカウント値と同一のカウント値を有するビーコン時間占有情報を受信したとき、カウントを中止し、自己のカウント値を最大値にリセットするものである。

【００４７】

これにより、次近接の無線通信装置が、自身の無線通信装置と１スーパーフレームの違いでパイプライン的に並列に移動しようとして、たまたま同じビーコンスロット位置に入ることが未然に防ぐことが可能になる。

【００４８】

また、本発明に係る無線通信方法は、自己のビーコンスロットの移動先の空きビーコンスロットは最上位の空きビーコンスロットであることを特徴とする。

【００４９】

これにより、より高速に一連の縮退動作を行うことができる。

【 0 0 5 1 】

本発明に係る無線通信装置は、移動状態情報が無線通信装置のビーコンスロット位置の移動予定先を示す移動先スロット位置情報をさらに含み、ビーコンスロット位置制御部が、自己のビーコンスロットからビーコンビリオドの終了までにビーコンを送信する他の無線通信装置の移動先スロット位置情報で指定したビーコンスロット以外に空きビーコンスロットがある場合は、当該空きビーコンスロットを移動先ビーコンスロット位置として自己の移動状態情報を記録部に記録し、所定のカウンタを移動カウンタに設定するものであり、フレーム構成部は、記録部に記録された自己の移動状態情報を含むビーコンフレームを構成するものである。

【 0 0 5 1 】

これにより、自己の移動先スロットを他の無線通信装置に通知したり、他の無線通信装置が移動を予定している移動先スロットを検知できるので、自己よりも下位に移動を予定する無線通信装置があっても、それを避けて他の空きスロットへ並行してビーコンスロット位置の移動処理を行うことができる。

【 0 0 5 2 】

また、本発明に係る無線通信装置は、ビーコンスロット位置制御部が自己のビーコンスロットからビーコンビリオドの終了までにビーコンを送信する他の無線通信装置の移動を予定するビーコンスロット以外の空きスロットの中で、最上位のビーコンスロットを移動先ビーコンスロットに指定するものである。

【 0 0 5 3 】

これにより、最上位の空きスロットから順に、また、並行してビーコンスロットを移動することが可能になる。

【発明の効果】

【 0 0 5 4 】

本発明により、無線ネットワークシステムの無線通信装置の自律分散的なアルゴリズムにより、ビーコンビリオドの動的な可変長化を、ビーコンの衝突を最低限にして実施できるので、加入する無線通信装置の数が動的に変動しても、通信効率の良い、消費電力の無駄も少ない無線通信が可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 5 5 】

（実施の形態 1）

図 1 は本発明を実施する無線ネットワークシステムの構成をなす無線通信装置の配置を示した図である。

【 0 0 5 6 】

図 1 において、無線通信装置 A（101）乃至無線通信装置 F（106）はそれぞれ通信エリア 111 乃至 116 の範囲で相互に送受信可能である。すなわち、無線通信装置 A（101）は無線通信装置 B（102）、C（103）、D（104）と、無線通信装置 B（102）は無線通信装置 A（101）、D（104）と、無線通信装置 C（103）は A（101）、D（104）、E（105）と、無線通信装置 D（104）は無線通信装置 A（101）、B（102）、C（103）、F（106）と、無線通信装置 E（105）は無線通信装置 C（103）と通信できる。なお、無線通信装置 G（107）は最初この無線ネットワークに加入していないものとする。

【 0 0 5 7 】

図 2 はこれら無線通信装置の構成を示すブロック図である。

【 0 0 5 8 】

図 2 において、無線 L1 処理部 201 はアンテナ 200 から受信したアナログ信号をデジタル信号に変換し、フレームを生成したり、フレームをアナログ信号に変換し、アンテナ 200 から送出するものである。このアンテナ 200 は無指向性アンテナであり、電波を放出する。この無線 L1 処理部 201 が本発明に係るビーコン受信部に該当する。

【 0 0 5 9 】

フレーム構成部202は無線L1処理部201が受信したフレームがビーコンフレームであるか、あるいはデータフレームであるかを判別するものである。

#### 【0060】

図3はこのビーコンビリオドにおけるビーコンフレームの構成を示す図である。

#### 【0061】

図3において、ビーコン送信者情報301は、このビーコンを送信する無線通信装置自身のデバイスID303、後述する移動カウンタ206のカウント値304、およびこのビーコンを送信する無線通信装置が把握しているビーコンスロット長305を記載している。また、ビーコンビリオド占有情報302はこの無線通信装置が直前のスーパーフレームで受信したビーコンフレーム中のビーコン送信者情報301にあったデバイスID303とカウント値304、および受信したビーコンのスロット位置をそれぞれビーコン毎にデバイスID306、カウント値307、およびビーコンスロット位置308に記載している。

#### 【0062】

記録部203はビーコン送信者情報301およびビーコンビリオド占有情報302に含まれる各ビーコンスロットの占有状態を記録するものである。

#### 【0063】

図4は記録部203に記録されるビーコンスロット状態テーブルのフォーマットを示す。

#### 【0064】

図4において、ビーコンのスロット毎にスロット番号401と、このスロットを使用している無線通信装置のデバイスID402と、スロットの使用状態403と、その種別404が記録されている。この使用状態403は、そのスロット位置の無線通信装置がスロット位置の変更を予定しているか否かを示すものであり、カウント値304、307が設定される。また、種別404は、このスロットでビーコンが受信された（図中、「Beacon」で示す。）か、ビーコンビリオド占有情報で占有されていることを通知された（図中、「BPOLIE」で示す。）のかの種別を示す。

#### 【0065】

また、上位層処理部204はネットワーク層以上のプロトコル処理を行うものである。

#### 【0066】

ビーコン位置制御部205は記録部203のビーコンスロット状態テーブルに基づいて自己のスロット位置をビーコンビリオドの前方に空きスロットが有れば移動するための処理を行うものである。

#### 【0067】

移動カウンタ206は自己のビーコンスロット位置を移動開始するまでのスーパーフレームをカウントするものであり、通常2以上の値がカウント開始時に設定される。

#### 【0068】

フレーム構成部207は記録部203から必要な情報を読み出し、ビーコンビリオド占有情報を生成するとともに、ビーコン位置制御部205からの情報を基にビーコン送信者情報301を生成して、管理情報を含むビーコンフレームを構成したり、あるいは上位層処理部204からのデータを受けてデータフレームを構成したりするものである。

#### 【0069】

ビーコン送信指示部208はオフセット時間から始まるビーコンビリオドにおける自己のスロット位置で、フレーム構成部207に対して、構成したフレームの無線L1処理部201への送出を指示するものであり、スロット位置をカウントするタイマー機能を有している。

#### 【0070】

以上のように構成された無線通信装置について、以下にビーコンビリオドでの動作、作用を説明する。

#### 【0071】

図6は本実施の形態に係る無線通信装置がビーコンビリオド幅返動作を示すフロー図である。

#### 【0072】

まず、フレーム判定部202が他の無線通信装置から受信したフレームがビーコンフレームであると判定した場合（ステップS501）、記録部203のビーコンスロット状態テーブル中の、受信したビーコンのスロット位置に該当するスロット番号にあるデバイスID402と使用状態403に、受信したビーコン送信者情報301のデバイスID303とカウンタ値304とを記録する。また種別404にはビーコン受信（Beacon）を設定する。

#### 【0073】

また、受信したビーコンフレーム中のビーコンビリオド占有情報302に記載されたビーコンスロット位置308に該当するスロット番号にあるデバイスID402と使用状態403に、デバイスID306とカウンタ値307とを記録し、種別404にはビーコンビリオド占有情報（BP O I E）が設定される。なお、このビーコンビリオド占有情報に基づくビーコンスロット状態テーブルへの記録は、このビーコンフレーム中の全てのビーコンビリオド占有情報について行う（ステップS502）。

#### 【0074】

次に、ビーコン送信指示部208は自己のビーコンを送信するスロット位置であるか否かを判定し（ステップS503）、送信タイミングである場合フレーム構成部207へビーコンフレームの送信を指示する（ステップS504）。

#### 【0075】

一方、送信タイミングでない場合は、ビーコンビリオドが経過したか否かを判定し（ステップS505）、経過していなければステップS501へ戻る。このように、ビーコンビリオドの終了まで繰り返すことにより、ビーコンビリオド中に受信した全てのビーコンフレームについてスロット状態が記録される。

#### 【0076】

なお、このビーコンビリオドは、受信した全てのビーコン送信者情報301のビーコンスロット長305の内で最大のものに、さらに3スロットのエントリースロットを付加した長さとする。このエントリースロットとは、新たにネットワークに加入、および再加入した無線通信装置がビーコンを送信するスロットであり、3スロットの内の任意のスロットを選択する。これにより、新加入の無線通信装置が複数同時に存在したとしても、最初のビーコンが衝突する確率を低く抑えることができる。

#### 【0077】

また、本発明に係る無線通信装置はビーコンビリオド占有情報302により、次近接の無線通信装置のスロット状態も知ることができる。

#### 【0078】

次に、ビーコンビリオドの終了時間となったとき、ビーコンスロット位置制御部205がビーコンスロット位置決定処理（ステップS506）を行う。

#### 【0079】

次に、フレーム判定部202はスーパーフレームが終了するまでビーコンフレームの受信を行わず待機し、この周期が終了した時点でステップS501へ戻る。

#### 【0080】

ここで、上記のビーコンスロット位置決定処理について以下に説明する。

#### 【0081】

図6は無線通信装置のビーコンスロット位置決定処理を示すフロー図である。

#### 【0082】

まず、ビーコンスロット位置制御部205は記録部203に記録されたビーコンスロット状態テーブルを基に、前回のビーコンスロットの構成（ビーコンフォーメーション）に変化があるかないかを確認する（ステップS601）。変化があった場合であって、上位スロット（より先頭に近いスロット）に空きがあるかないかを確認して、空きがあるよう

なつ移動カウンタ206をフル（本実施の形態では「3」とする。）にリセットし（ステップS603）、空きがないときは移動カウンタ206を0にする（ステップS604）。

#### 【0083】

一方、前回のビーコンスロットの位置が変更ない場合は上位スロットへスロット位置を動かすためのカウントダウン動作に移る。すなわち、ビーコンスロット位置制御部205は移動カウンタ206が0となっているか否かを判定し、移動カウンタ206が0であるときは既に上位スロットに空きが無い状態であるので、処理を終了する。

#### 【0084】

一方、移動カウンタ206が1以上の場合、ビーコンスロット状態テーブルから自分のビーコンスロット位置より下位のスロットの使用状態403を示すカウンタが一つでも0で無いなら、自分より優先的にビーコンスロット位置変更のカウントダウンを始めているものがあるものとして、移動カウンタ206をFull（本実施の形態では「3」とする。）にセットし、保持する（ステップS607）。これは、ビーコンスロット位置の移動をより下位のビーコンスロット位置にある無線通信装置に優先権を持たせることにより、空きスロットの移動処理が繰り返される無駄を省くためである。尚S607ではFullにリセットされているが、0にリセットする方法も考えられる。この場合、地理的に離れた箇所の縮退を同時に実行できる利点を持つが、縮退のための待ちのスーパーフレーム周期回数が1つだけ多くなり縮退時間が増える可能性もある。

#### 【0085】

一方、下位スロットがすべて0である場合、ビーコンスロット位置制御部205はその無線通信装置が最優先のビーコンスロット位置移動の権利を持つことになるので、移動カウンタ206をカウントダウンする（ステップS608）。そして、カウンタ値が0となった時点で（ステップS609）、その無線通信装置が空きと見なす最上位のビーコンスロットへ移動するために、ビーコンスロット位置制御部205はビーコン送信指示部208のタイマー機能にビーコン送信タイミングを設定する。

#### 【0086】

以上のように、ビーコンスロット位置制御部205が自己よりも上位に空きスロットがある場合であって、下位に移動予定の他の無線通信装置がないときは、ビーコンスロット位置を上位のスロットへ詰めるため、ビーコンピリオドを短縮する（「縮退動作」という。）ことができる。これにより、無線ネットワークシステムに加入する無線通信装置の数に応じて、ビーコンピリオドを無駄のない長さに調整することが可能になる。

#### 【0087】

また、この下位スロットから上位スロットへのスロット位置の変更は、変更を決定してから、スーパーフレーム3周期後に行っている。これにより、ビーコンスロット位置制御部205は1ホップ離れた位置にある無線通信装置のビーコンスロット位置をビーコンピリオド占有情報から把握できるので、その位置を避けながら上位の空きスロットへ自己のビーコンスロット位置を移動することができ、1ホップ離れた位置の無線通信装置とのスロット位置の衝突を回避することが可能になる。

#### 【0088】

なお、本実施の形態では、移動カウンタのリセット値を3としたが、これに限らず、2以上であれば原則的に同様の効果が得られる。しかし、1ホップ内になかった無線通信装置がビーコンの検出中に1ホップ内に移動してしまうこともあり得ることを考慮すると、3以上とすることが好ましい。

#### 【0089】

さらにまた、ステップS506で説明したようなビーコンスロット位置決定処理を行うことにより、図16のような位置関係にある無線通信装置においても新規加入の無線通信装置の検出が可能になる。

#### 【0090】

図16において、無線通信装置A（1601）は通信エリア1611内の無線通信装置

は、(1002)と相互に通信可能であり、無線通信装置D(1002)は通信エリア1012内の無線通信装置A(1601)および無線通信装置C(1603)と相互に通信可能であり、無線通信装置C(1603)は通信エリア1613内の無線通信装置B(1602)および無線通信装置D乃至M(1604)と相互に通信可能である。また、図17は無線通信装置毎のスロットの使用状態を示す図である。

#### 【0091】

図17(a)において、無線通信装置A乃至Mは、第1スロット乃至第12スロットでそれぞれビーコンを送信している。これにより、無線通信装置A(1601)は無線通信装置B(1602)からのビーコン送信者情報301とビーコンビリオド情報302とから、無線通信装置Bと無線通信装置Cのビーコンにより、第2スロットおよび第3スロットが使用されていることを知る。また、無線通信装置Bも、無線通信装置AとCのビーコン送信者情報301とビーコンビリオド情報302とから、第1スロットおよび、第3スロット乃至第12スロットが使用されていることを知ることができる。このとき、無線通信装置Aはビーコンビリオドを無線通信装置Bからのビーコンスロット長305に基づいてエクストラスロットを9スロット追加して決定しているため、エントリースロット分の3スロットを加えて、第15スロットまでビーコン受信待ち状態にある。このため、無線通信装置X(1605)が無線通信装置AとCの通信エリア内の地点で、新たに加入するためのビーコンを第14スロットで送信したとしても、図17(b)に示すように無線通信装置Aはこのビーコンを受信することができる。もし、無線通信装置Aが無線通信装置Bからのビーコンスロット長305をビーコンビリオドの決定に用いず、エクストラスロットを追加しなかった場合は、第6スロットまでをビーコンビリオドと認識し、それ以降のビーコンを受信しないため、新規加入の無線通信装置Xを検出することができなくなってしまう。

#### 【0092】

このように、無線通信装置はビーコン送信者情報のビーコンスロット長を用いてビーコンビリオドを決定することにより、新規加入する無線通信装置のビーコンを検出することが可能になる。

#### 【0093】

次に、図1に示した位置関係に無線通信装置A(101)乃至F(106)がある場合において、新たに無線通信装置G(107)が加入したときの動作を図7乃至図10を用いて説明する。

#### 【0094】

図7(a)は無線通信装置G(107)が加入する前の各無線通信装置A(101)乃至F(106)における、ビーコンスロットの使用状態を示している。

#### 【0095】

図7(a)において、無線通信装置Aは第1ビーコンスロットでビーコンAsを送信し、無線通信装置Bは第2ビーコンスロットでビーコンBsを送信し、無線通信装置Cは第3ビーコンスロットでビーコンCsを送信し、無線通信装置Dは第4ビーコンスロットでビーコンDsを送信し、無線通信装置Eは第2ビーコンスロットでビーコンEsを送信し、無線通信装置Fは第5ビーコンスロットでビーコンFsを送信していることを示している。また、例えば無線通信装置Aでは第2～第4スロットにて、自己の通信エリア内の無線通信装置B～Dのビーコンを受信(Br～Dr)していることを示している。さらに、無線通信装置Aは無線通信装置Cからのビーコンにて、第2スロットで次近接の無線通信装置Eのビーコンが送信していることをビーコンビリオド占有情報Ebにて知っており、無線通信装置Dからのビーコンにて、第5スロットで次近接の無線通信装置Fのビーコンが送信していることをビーコンビリオド占有情報Fbによって知っていることを示している。

#### 【0096】

また、無線通信装置Aは第6乃至第8ビーコンスロットをエントリースロットとして確保し、新たな無線通信装置がビーコンを送信してきても受信するようにしている。また、



エノヘドノヘロットが無線通信装置Eに設けられている。このエノヘドノヘロットとは近隣の無線通信装置のビーコンスロット長情報305のうち最大のものから、前記エントリースロットの長さを足しあわせた時間領域は、「データ通信その他を行わず、常時監視する保護領域」のことを指している。無線通信装置Eはビーコンスロット長情報の最大は無線通信装置Cの7であったのでエクストラスロット1つを設けている。

#### 【0097】

ここで、ビーコンビリオド占有情報について説明を加えると、自律分散でビーコンビリオドを共有してビーコンを送信する無線ネットワークシステムにおいては、同じビーコンスロットで2台以上の無線通信装置が通信することのないようにビーコンスロットを割り振らなくてはならないが、このことは同じビーコンスロットを共有しているもの同士だと判定できない。従って第三者にそのビーコンスロットがだれに優先権があるかを判定してもらう必要がある。すなわち、ビーコン送信者の近隣の無線通信装置から1台でもビーコン送信者のビーコンスロット位置に自分のデバイスIDを含んでいないビーコンビリオド占有情報を受信したならば、そのビーコンスロットは問題が発生しているものとして、別のビーコンスロットに位置換えを実施する必要がある。このため、無線通信装置はビーコン受信時にそのビーコンスロット位置とともに記憶しておき、自身のビーコン送信時にビーコンビリオド占有情報として常に送信している。これにより、各無線通信装置はビーコン受信できる無線通信装置の次近接の無線通信装置の情報を得ることができる。

#### 【0098】

次に、図7(b)は無線通信装置Gが加入した状況を示している。

#### 【0099】

図7(b)において、無線通信装置Gは通信エリア内の無線通信装置A、B、およびDから受信したビーコンから無線通信装置G(717)に示すスロット状態を知る。そして、無線通信装置Gは新規加入するために、エントリースロットから任意の1つを選んでビーコンを送信する。この例ではエントリースロットを3つにしているがこれに特定されるものではない。また、この例では無線通信装置Gは第8スロットにエントリーする。このとき無線通信装置A、B、D、Gはビーコンフォーメーションが変わったと判断するので、上位スロットの検索を行うが、無線通信装置G以外は上位スロットに空きスロットを検出できない。このため、無線通信装置Gのみがカウンタ304を3としたビーコンを送信する。無線通信装置A、B、Dはこのビーコンを受信し、無線通信装置Gのカウンタ304が3であることを検出する。

#### 【0100】

図7(c)は次のビーコンビリオドの使用状態を示した図である。

#### 【0101】

図7(c)において、無線通信装置CとFは、無線通信装置Gのビーコンビリオド占有情報がそれぞれ無線通信装置AとDによって伝えられる。このときのカウンタは無線通信装置AとDとが前の周期で受信したカウンタ値であるため、「3」となる。

#### 【0102】

一方、無線通信装置Gはスロット位置の移動処理を行い、カウンタ値「2」をカウンタ304にセットしてビーコンを送信する。無線通信装置A、B、Dは無線通信装置Gからビーコン送信者情報のカウンタ304が「2」のビーコンを受信する。

#### 【0103】

また、無線通信装置Eは、無線通信装置Cから受信したビーコンビリオド占有情報302には、無線通信装置Cが直接受信したビーコン送信者情報301の内容が記載されるが、ビーコンビリオド占有情報302として受信した情報は含めない。このため、無線通信装置Eは無線通信装置Gの存在を知ることはない。しかし、無線通信装置Cから受信したビーコン送信者情報のビーコンスロット長305が8であるため、エクストラスロットは4となる。

#### 【0104】

図8(a)は無線通信装置Gの移動カウンタ206が0となったときのビーコンビリオ



トの活用状態を示した図である。

【0105】

図8(a)において、無線通信装置Gのビーコンビリオドは第6ビーコンスロットへ移動する。

【0106】

そして、その次のスーパーフレームで図8(b)に描かれているように無線通信装置A、B、D、Gのエントリースロットが第7～第9スロットになっている。

【0107】

次に、無線通信装置Gが加入した後に、無線通信装置Bが脱退したときのビーコン通信の動作を説明する。なお、無線通信装置が近隣でなくなったことの検知は、一定回数連続してビーコンを受信できなくなったときに行うものとする。

【0108】

まず、無線通信装置Bが近隣でなくなったとき、無線通信装置A、D、Gは図9(a)に示すように無線通信装置Bからのビーコンを受信しなくなるので、一斉にビーコンフォーマーションの変化として認識する。さらに、無線通信装置C、Fは図9(b)に示すように、次のスーパーフレームで、無線通信装置Bの消滅を知ることになる。この内、無線通信装置F、Gが、無線通信装置Eに第2ビーコンスロットを埋められていないで、上位スロットに空きができる。このため、無線通信装置F、Gのそれぞれの移動カウンタ206には3が入る。しかし、カウントダウンされていくのは最下位スロットでビーコンを送信する無線通信装置Gのみである(図9(c))。

【0109】

カウントダウンの後、図10(a)に示すように無線通信装置Gが第2スロットに移動すれば、無線通信装置A、Dは再度ビーコンフォーマーションの変化を即検知し、ビーコンビリオドを第8スロットまでに更新する。また、無線通信装置C、Fも図10(b)に示すように次のスーパーフレームで検知し、ビーコンビリオドを第8スロットまでに更新する。これにより、無線通信装置Fはそれぞれの移動カウンタを0に戻す。

【0110】

そして、次のスーパーフレームで図10(c)に示すように、無線通信装置Eは無線通信装置Cからのビーコンスロット長305を受けて、ビーコンビリオドを第8スロットまでに更新する。

【0111】

以上のように、本実施の形態の無線通信ネットワークにおいて、無線通信装置が新規加入、あるいは消滅したときにビーコンビリオドの縮退動作が適切に行われるので、各無線通信装置は通信効率が良く、消費電力の無駄も少ない無線通信を実現することができる。

【0112】

なお、二つ以上の無線通信装置が同時タイミングで同じエントリースロットを選択する場合があるが、この場合、衝突した無線通信装置は再度無線ネットワークシステムに加入を試みることになる。この際には、衝突した各無線通信装置はバックオフ(Back Off)アルゴリズムにより再衝突の確率を低減するものとする。

【0113】

次に、移動する無線通信装置が存在している場合、どのようにビーコングループとの相互通信動作をするかを説明する。

【0114】

図11は移動する無線通信装置相互間の配置図である。

【0115】

この配置図において、無線通信装置B～G(1102)は互いに通信可能である。さらに無線通信装置B～G(1102)は通信エリア1112内に有る無線通信装置H(1103)とも通信可能である。無線通信装置H(1103)はさらに通信エリア1113内にある無線通信装置I(1104)とも通信可能であり、無線通信装置I(1104)は通信エリア1114内にある、互いに通信可能な無線通信装置J～L(1105)とも通

信可能である。このように無線通信装置Aは一つのビーコンスロットを形成しているが、その傍らを適当な速度で無線通信装置A（1101）が移動したときのビーコンの送信方法について図12乃至図15を用いて以下に説明する。

#### 【0116】

まず、無線通信装置A（1101）は無線通信装置B乃至G（1102）の通信エリア内の地点1121に移動すると、周囲のビーコンをスキャンして、そのエントリースロットのひとつに自分のビーコンを送信する。

#### 【0117】

図12（a）はこのときの各無線通信装置のスロット使用状態を示す図である。

#### 【0118】

図12（a）において、無線通信装置A（1101）はそのエントリースロットのひとつに自分のビーコンを送信していることを示している。また、無線通信装置B乃至Iはそれぞれ第1スロット乃至第8スロットでビーコンを送信し、無線通信装置J乃至Lはそれぞれ第1スロット乃至第3スロットで送信していることを示している。

#### 【0119】

次に、無線通信装置A（1101）はエントリースロットの第3ビーコンスロットでビーコンを送信したため移動カウンタ206を走らせて縮退動作に移る。その結果、図12（b）に示すように、無線通信装置Aのビーコンは第8スロットに移動し、ビーコンビリオドの短縮が行われる。このとき、無線通信装置Hは、無線通信装置B乃至G（1102）からのビーコンビリオド占有情報により第8スロットに無線通信装置Aのビーコンの存在を知るが、通信エリア外であるため、無線通信装置Iとの通信の障害にはなっていない。

#### 【0120】

次に、無線通信装置Aが無線通信装置Hの通信エリア内の地点1122へ移動すると、無線通信装置Hでは無線通信装置Aと無線通信装置Iから同時に第8スロット（1301）でビーコンが送信される状況となる。図13（a）はこのときのビーコンスロットの使用状態を示している。

#### 【0121】

無線通信装置Hは無線通信装置Aとの通信エリアの境界にいるため、無線通信装置Iのビーコンの方が受信しやすい。このため、無線通信装置Hはその送信するビーコンの中において、ビーコンビリオド占有情報302で第8スロットを無線通信装置Iが使用していることを通知する。これを受信した無線通信装置Aは、新たなビーコンスロットを得るためエントリースロットの選択を行う。その結果、図13（b）に示すように、無線通信装置Aはエントリースロットの一つである第9スロットを獲得して、そこでビーコンを送信する。

#### 【0122】

更に、無線通信装置Aが無線通信装置B～Gの通信エリア外の地点1123へ移動すると、図14（a）に示すように無線通信装置B～G（1102）は無線通信装置Aと直接送受信不能となる。

#### 【0123】

更に、無線通信装置Aが無線通信装置I（1104）の通信エリア内の地点1124へ移動すると、図14（b）に示すように無線通信装置I（1104）から無線通信装置J～L（1105）のビーコンビリオド占有情報をやり取りするようになる。これにより、無線通信装置J～L（1105）の第9スロットは無線通信装置Aの使用が記録される。また、無線通信装置Aの第1スロット乃至第3スロットは無線通信装置J～L（1105）の使用が記録される。

#### 【0124】

更に、無線通信装置Aが無線通信装置H（1103）の通信エリア外の地点1125へ移動すると、図15（a）に示すように無線通信装置Hから無線通信装置B～G（1102）のビーコンビリオド占有情報を受信できなくなる。このため、無線通信装置Aは上位

ヘロッド1001に空き領域がでたと判断し、移動カウンタのカウントダウンをはじめ、スーパーフレーム3周期経過後に図15(b)のようにビーコンを第4スロットに移動する。

#### 【0125】

このように、ある無線通信装置が他の無線通信装置間を移動したときにおいても、適時ビーコンビリオドの縮退動作が行われるので、このような状態においても通信効率が良く、消費電力の無駄も少ない無線通信を実現することができる。

#### 【0126】

なお、本実施の形態では、ビーコンフレームのビーコン送信者情報301とビーコンビリオド占有情報302にそれぞれカウンタを有し、ビーコンの送信位置を変更する段階にあるか否かを示していた。しかし、ビーコン位置の変更状態を示すためにはこのカウンタに限らず、フラグを使用することも可能である。すなわち、無線通信装置は現在ビーコンスロット位置を変更する要求を持っているときにフラグをセットし、スロット位置の変更をする必要がないと判断しているときや、自己の移動カウンタがカウントダウンしてビーコン位置を変更したときにフラグをリセットする。そして、図6に示したビーコンスロット位置決定処理においては、カウンタ値が0か否かの判定はこのフラグがセットされていないかを判定することにより実現できる。これにより、カウンタよりも少ないデータ量でビーコンスロット位置の決定処理に必要なビーコンフレームを形成することが可能になる。

#### 【0127】

##### (実施の形態2)

図18は本発明の第2の実施の形態における無線通信装置のビーコンスロット位置決定処理を示すフロー図である。なお、本実施の形態における無線通信装置の構成は実施の形態1と同一であり、ビーコンスロット位置制御部205の位置決定処理が異なる。

#### 【0128】

図18において、まず、ビーコンスロット位置制御部205は記録部203に記録されたビーコンスロット状態テーブルを基に、前回のビーコンスロットの構成(ビーコンフォーメーション)に変化があるかないかを判定する(ステップS1801)。変化がなかった場合、上位スロットへスロット位置を動かすためのカウントダウン動作に移る。すなわち、ビーコンスロット位置制御部205は移動カウンタ206が0となっているか否かを判定し(ステップS1802)、移動カウンタ206が0であるときは既に上位スロットに空きが無い状態であるので、処理を終了する。

#### 【0129】

一方、移動カウンタ206が0でない場合、次に、移動カウンタ206がFullであるか、Full-1であるか、それ以外であるかを判定する(ステップS1803)。そして、Fullである場合、種別404がビーコンで、使用状態403がFullのスロットあるいは種別404がBPOIEで、使用状態403がFullのスロットが自己よりも下位にあるか否かを判定し(ステップS1804)、該当するスロットがあるときは、ビーコンスロット位置制御部205は自分より優先的にビーコンスロット位置変更のカウントダウンを始めるものがあるとして、移動カウンタ206をFullにセットし、保持する(ステップS1805)。これは、ビーコンスロット位置の移動をより下位のビーコンスロット位置にある無線通信装置に優先権を持たせることにより、同時に複数ビーコンの同一空きスロットへの移動が発生することを防ぐためである。

#### 【0130】

一方、ステップS1804で該当するスロットがないとき、ビーコンスロット位置制御部205は移動カウンタ206がFullにセットされている状態か否かを判定し(ステップS1806)、Full状態である場合は移動カウンタ206をディクリメントする(ステップS1807)。そして、カウンタ値が0になった場合は(ステップS1808)、次のビーコンビリオドでその無線通信装置が空きと見なす最上位のビーコンスロットへ移動するために、ビーコンスロット位置制御部205はビーコン送信指示部208のタ

ピーコン機能にピーコン返信ノーマインフを設定する（ヘリッフコンローリッフ）。また、カウンタ値が0でない場合はそのまま処理を終了する。

#### 【0131】

また、ステップS1806において、ピーコンスロット位置制御部205は移動カウンタ206がFullでないときは、自己のカウンタ値と同一のカウンタ値を持つ無線通信装置がBP O I Eにより通知されているか否かをピーコンスロット状態テーブルにより確認する（ステップS1810）。そして、そのような無線通信装置がある場合、ステップS1805へ移行し移動カウンタ206をFullに戻す。そのような無線通信装置がない場合は、自己が最優先のピーコンスロット位置移動の権利を持つことになるので、ステップS1807へ移行し移動カウンタ206をカウントダウンする。これは、もしBP O I Eにより検知される他の無線通信装置Aが、そのカウンタのタイミングでカウントダウンを続けた場合、自己のカウント値よりも1つ進んだカウント値でカウントダウンすることになるため、Aが所望の空きスロットに移動するとき、移動により変更されたスロット位置は、自己の無線通信装置における1カウント後で検知される。従って、BP O I Eによる検知では、自己の無線通信装置が移動するタイミングでの空きスロットの検知が不可能となり、ピーコンスロットの衝突の可能性を生じるからである。

#### 【0132】

また、ステップS1803において、移動カウンタ206がFull-1である場合、種別404がピーコンで、使用状態403がFull-1のスロットが自己よりも下位にあるか否かを判定し（ステップS1811）、該当するスロットがあるときはステップS1805へ移行し、ないときはステップS1806へ移行する。これは、Full-1のカウンタ値において、BP O I Eにより検知される他の無線装置Aのカウンタ値はFullであるが、これは通常のリセットの状態と同じであって、リセットの状態であるか、カウントを開始している状態なのかを判別不能だからである。

#### 【0133】

また、ステップS1803において、移動カウンタ206がFull、およびFull-1でないそれ以外の場合、種別404がピーコンで、使用状態403が移動カウンタのカウンタ値Nと等しいスロットあるいは、種別404がBP O I Eで、使用状態403がカウンタ値N+1と等しいスロットが自己よりも下位にあるか否かを判定し（ステップS1812）、該当するスロットがあるときはステップS1805へ移行し、ないときはステップS1806へ移行する。

#### 【0134】

また、ステップS1801において、ピーコンフォーメーションに変化があった場合、ピーコンスロット位置制御部205は上位スロット（より先頭に近いスロット）に空きがあるかないかを確認し（ステップS1813）、空きがないときは移動カウンタ206を0にする（ステップS1814）。空きがあるならば移動カウンタ206のカウンタ値が0であるか否かを判定する（ステップS1815）。カウンタ値が0でない場合は、ステップS1803に移行する。カウンタ値が0である場合は、空きスロットの内、最も上位のスロットを移動先と決定し、移動カウンタ206にFullを設定する（ステップS1816）。これにより、ピーコンスロットの移動の準備が整う。

#### 【0135】

以上のように、実施の形態1と同様に、ピーコンスロット位置制御部205が自己よりも上位に空きスロットがある場合であって、下位に移動予定の他の無線通信装置がないときは、ピーコンビリウドを縮退することができる。さらに、自己よりも下位のスロット位置にある無線通信装置が縮退動作を開始しても、一定の条件の下でカウントダウンを開始するので、他の無線通信装置のスロット位置の移動が完了するのを待たずに縮退動作を開始できる。このとき、1スーパーフレームの間では、次近接の無線通信装置がどこのピーコンに移動したかを知ることができない。しかし、次近接にある無線通信装置がピーコンスロット位置の移動カウンタを1のみ進んでカウントしていることを検出したときは、自己の移動カウンタをFullにリセットすることで、同一スロットへの移動の衝突を防止

りることが可能にしている。

#### 【0136】

次に、図19に示す配置で本発明に係る無線通信装置が存在するときのビーコンビリオドの縮退動作を説明する。

#### 【0137】

図19において、無線通信装置A(1901)は通信エリア1911内の無線通信装置B(1902)と相互に通信可能であり、無線通信装置B(1902)は通信エリア1912内の無線通信装置D(1904)および無線通信装置E(1905)と相互に通信可能であり、無線通信装置C(1903)は通信エリア1913内の無線通信装置E(1905)と相互に通信可能であり、無線通信装置D(1904)は通信エリア1914内の無線通信装置A(1901)および無線通信装置B(1902)と相互に通信可能であり、無線通信装置E(1905)は通信エリア1915内の無線通信装置B(1902)および無線通信装置C(1903)と相互に通信可能である。

#### 【0138】

このときの、無線通信装置A乃至Eがビーコンビリオドでビーコンを送信するタイミングと各無線通信装置が検知する各スロットでのビーコン情報を図20乃至図22に示す。なお、ここで示す縮退動作における移動カウンタのFullは'3'の場合を示している。

#### 【0139】

図20(a)において、無線通信装置A乃至Eは、第4スロット乃至第7スロットでビーコンを送信している。また、1ホップ離れた位置関係にある無線通信装置のビーコン情報はビーコンビリオド占有情報で検出している。そして、すべての無線通信装置は自己よりも上位に空きスロットがあることを検出し、空きスロットへの移動準備としてそれぞれの移動カウンタにFull(本実施の形態においては、'3')をセットする。

#### 【0140】

次のスーパーフレーム周期において、図20(b)に示すように、無線通信装置AとCは、最下位スロット(第7スロット)にあるので、移動カウンタのディクリメントを開始する。また、無線通信装置Bは自己のスロットより下位のスロットで無線通信装置A、Cであって移動カウンタが共に'0'であるBP O I Eを検出する。このため、無線通信装置Bも移動カウンタのディクリメントを行う。その他の無線通信装置D、Eは自己より下位のスロットに移動カウンタが自己と同じFullの無線通信装置を検出するので、移動カウンタのディクリメントは行わない。

#### 【0141】

次のスーパーフレーム周期において、図20(c)に示すように、無線通信装置A、Cは移動カウンタのディクリメントを継続する。また、無線通信装置Bは自己のカウント値がFull-1であり、自己よりも下位のスロットには、無線通信装置A、CのBP O I Eを検出するのみであるため、移動カウンタのディクリメントを継続する。さらに、無線通信装置Dは自己よりも下位のスロットにある、無線通信装置Aの移動カウンタが自己のカウント値より小さいのでディクリメントを行う。

#### 【0142】

次のスーパーフレーム周期において、図21(a)に示すように、無線通信装置A、Cは移動カウンタのディクリメントを継続し、カウントが'0'となったので、最上位の空きスロットである第1スロットへそれぞれビーコンスロット位置を移動する。無線通信装置Bは下位の第7スロットで無線通信装置A、CのBP O I Eを検出するが、これらの移動カウンタが共に'1'で自己の移動カウンタ+1であるので、移動カウンタをFullに戻す。一方、無線通信装置Dは下位のスロットに無線通信装置Bのカウント値がFullであり、自己のカウント値と等しくないのでカウントダウンを継続する。

#### 【0143】

次のスーパーフレーム周期において、図21(b)に示すように、無線通信装置Dは移動カウンタのディクリメントを継続し、カウントが'0'となったので、最上位の空きス

ロッドである第2ヘロッド、ビーコンヘロッド位置を移動する。無線通信装置Eは移動カウンタのディクリメントを継続する。

#### 【0144】

次のスーパーフレーム周期において、図21(c)に示すように、無線通信装置Bは移動カウンタのディクリメントを継続する。無線通信装置Eは下位のスロットにある無線通信装置Bのカウンタ値がFullでないので移動カウンタのディクリメントを開始する。

#### 【0145】

次のスーパーフレーム周期において、図22(a)に示すように、無線通信装置Bは移動カウンタのディクリメントを継続し、カウントが'0'となったので、最上位の空きスロットである第3スロットへビーコンスロット位置を移動する。無線通信装置Eは移動カウンタのディクリメントを継続する。

#### 【0146】

次のスーパーフレーム周期において、図22(b)に示すように、無線通信装置Eはビーコンフォーメーションに変化があり、自己よりも上位に空きスロットがなくなったので、移動カウンタを'0'にセットする。

#### 【0147】

以上のように、最下位スロットの無線通信装置A、Cが最上位の空きスロットへ移動した後、無線通信装置Aの通信エリア内にある、最下位スロット位置にない無線通信装置Dが1スーパーフレーム後に最上位の空きスロットへ続けて移動する。その後、無線通信装置A、Cから1ホップ離れた位置にある、最下位スロットの無線通信装置Bが2スーパーフレーム後に最上位の空きスロットへ移動する。

#### 【0148】

このように、上位に複数の空きスロットがある無線通信装置は空きスロットがなくなるまで、順次、最上位の空きスロットへビーコンスロット位置を移動することができる。これにより、実施の形態1で示した方法に比べ、短時間にビーコンビリオドの縮退動作を行うことが可能になる。

#### 【0149】

なお、本実施の形態では、移動カウンタのリセット値を'3'としたが、これに限らず、2以上であれば原則的に同様の効果が得られる。しかし、1ホップ内になかった無線通信装置がビーコンの検出中に1ホップ内に移動してしまうこともあり得ることを考慮すると、3以上とすることが好ましい。

#### 【0150】

(実施の形態3)

本実施の形態における無線通信装置の構成は実施の形態1と同一であるが、図27に示すように、記憶部203の管理するビーコンスロット状態テーブルに移動予定デバイスID(405)情報が追加されている点が実施の形態1と異なる。この移動予定デバイスID405は該当スロットへ移動を予定している無線通信装置のデバイスIDが記録されている。無線通信装置は他の無線通信装置から受信するビーコンフレームによって移動予定の無線通信装置を知ることができる。

#### 【0151】

図28は、本実施の形態3におけるビーコンフレームの構成図である。

#### 【0152】

図28において、移動先ビーコンスロット番号2201フィールドはそれぞれ送信元の無線通信装置がビーコンスロットの移動を予定している移動先スロット番号であり、移動先ビーコンスロット番号2202フィールドは送信元の無線通信装置が検出した、移動を予定している他の無線通信装置の移動先スロット番号である。これらのフィールドが付加されている点が、実施の形態1と異なる。なお、この移動先ビーコンスロット番号2201、2202フィールドは移動カウンタが0の場合は付加されない。

#### 【0153】

フレーム判定部202はこのビーコンフレームを受信すると、カウンタ304、307

が、同じではない場合、移動先ビーコンヘッダの田字コード1、2、3に記載のヘッダ番号に該当する、ビーコンスロット状態テーブルの移動予定デバイスID405の欄にデバイスID303、306を記録する。これにより、ビーコンスロット位置制御部205は他の無線通信装置がビーコンスロット位置をどのスロット位置へ移動しようとしているかを検出することができる。

#### 【0154】

また、フレーム構成部207は実施の形態1と同様に、記録部203から読み出したビーコンスロット状態テーブルと、ビーコン位置制御部205からの情報とを基に、ビーコンビリオド占有情報やビーコン送信者情報301を生成して、管理情報を含むビーコンフレームを構成するが、ビーコンフレームの移動先スロット番号2201、2202に自己あるいは、検出した他の無線通信装置の移動を予定しているスロット番号を設定するところが実施の形態1と異なる。

#### 【0155】

図23は本実施の形態における無線通信装置のビーコンスロット位置決定処理を示すフロー図である。

#### 【0156】

まず、ビーコンスロット位置制御部205は記録部203に記録されたビーコンスロット状態テーブルを基に、前回のビーコンスロットの構成（ビーコンフォーメーション）に変化があるかないかを確認する（ステップS2301）。変化があった場合、上位スロット（より先頭に近いスロット）に空きがあるか否かを確認する。空きがないときは移動カウンタ206を0にして処理を終了する（ステップS2303）。一方、空きがある場合は、その空きスロットへ移動を予定している他の無線通信装置があるか否かをチェックし、ある場合はさらに、その無線通信装置の中で自己が現在最下位のスロット位置にいるか否かをチェックする（ステップS2304）。自己が最下位位置にある場合は、移動カウンタ206のカウント値は‘0’か否かをチェックし（ステップS2305）、‘0’の場合は、その空きスロットへの移動を開始するために、移動カウンタ206へFull（本実施の形態では‘3’とする。）にリセットする（ステップS2306）。

#### 【0157】

一方、移動カウンタ206のカウント値が‘0’でない場合、その移動カウンタ206をディクリメントする（ステップS2307）。そして、カウント値が0となった時点で（ステップS2308）、その無線通信装置が空きと見なす最上位のビーコンスロットへ移動するために、ビーコンスロット位置制御部205はビーコン送信指示部208のタイマー機能にビーコン送信タイミングを設定する（ステップS2309）。

#### 【0158】

また、ステップS2304において、自己が現在最下位のスロット位置にいない場合、次に移動先となる空きスロットを選択する（ステップS2310）。この空きスロットの選択は次に上位である空きスロットを選択することにより行い、該当するスロットがない場合は変更せず、ステップS2306へ移行し移動カウンタ206をリセットする。このとき、ビーコンスロット位置制御部205は新たな移動先スロット位置に該当する、ビーコンスロット状態テーブルの移動予定デバイスID405の欄に自己のデバイスIDを記録する。

#### 【0159】

また、前回のビーコンスロットの位置が変更ない場合、すなわち、ステップS2301においてビーコンフォーメーションの変化がなかった場合、ビーコンスロット位置制御部205は移動カウンタ206が0となっているか否かを判定し（ステップS2311）、移動カウンタ206が0であるときは既に上位スロットに空きが無い状態であるので、処理を終了する。

#### 【0160】

一方、移動カウンタ206が1以上の場合、ビーコンスロット状態テーブルから自己の選択しているスロットを選択している他の無線通信装置があるか否かをチェックし、さら



に、その無線通信装置の中で自己が現在最下位のヘッダ位置にあるか否かをチェックする（ステップS 2 3 1 2）。自己が最下位のスロット位置にない場合は、ステップS 2 3 0 6 へ移行し、移動カウンタ2 0 6をF u l lにリセットして処理を終了する。

#### 【0 1 6 1】

一方、自己が最下位のスロット位置にある場合、ピーコンスロット位置制御部2 0 5はその無線通信装置が最優先のピーコンスロット位置移動の権利を持つことになるので、ステップS 2 3 0 7 へ移行し、移動のためのカウントダウン処理を行う。

#### 【0 1 6 2】

以上のように、ピーコンスロット位置制御部2 0 5が自己よりも上位に空きスロットがある場合、下位に移動予定の他の無線通信装置があっても、その下位の無線通信装置のスロット位置移動の完了を待つことなしに、次に上位の空きスロットへの移動動作を開始するので、自己よりも下位の無線通信装置のスロット位置移動と並行して、自己のスロット位置移動処理を行うことができる。これにより、複数の空きスロットがある場合に、ピーコンビリオドの縮退動作を短時間に行うことが可能になる。

#### 【0 1 6 3】

また、本実施の形態においても、この下位スロットから上位スロットへのスロット位置の変更は、変更を決定してからスーパーフレーム3周期後に行っている。これにより、ピーコンスロット位置制御部2 0 5は1ホップ離れた位置にある無線通信装置のピーコンスロット位置をピーコンビリオド占有情報から把握できるので、その位置を避けながら上位の空きスロットへ自己のピーコンスロット位置を移動することができ、1ホップ離れた位置の無線通信装置とのスロット位置の衝突を回避することが可能になる。

#### 【0 1 6 4】

なお、本実施の形態では、移動カウンタのリセット値を3としたが、これに限らず、2以上であれば原則的に同様の効果が得られる。しかし、1ホップ内になかった無線通信装置がピーコンの検出中に1ホップ内に移動してしまうこともあり得ることを考慮すると、3以上とすることが好ましい。

#### 【0 1 6 5】

次に、相互に通信可能な位置関係にある本発明に係る無線通信装置A、B、C、Dが、図2 4に示すピーコンビリオドを形成しているときの縮退動作を説明する。

#### 【0 1 6 6】

図2 4（a）において、はじめに、無線通信装置A乃至Dは、それぞれ第1スロット、第4スロット、第6スロット、第8スロットでピーコンを送信している。このときの各無線通信装置の移動カウンタは、それぞれ0、F u l l（本実施の形態では‘3’とする。）、F u l l、F u l lであり、無線通信装置B、C、Dの移動先スロット位置は、すべて第2スロットを指示している。これは無線通信装置B、C、Dは自己のピーコンスロットよりも上位のスロットに空きスロットがあるので、一斉に空きスロットである、第2スロットへ移動を予定していることを示す。

#### 【0 1 6 7】

次に、図2 4（b）において、無線通信装置Dは移動を予定している無線通信装置の中で最下位のスロット位置にあるので最優先で移動できると判断し、移動カウンタのカウントダウンを行う。無線通信装置B、Cは最下位のスロット位置にないことを検知し、次に上位の空きスロット位置である、第3スロットへ移動先スロット番号を変更する。

#### 【0 1 6 8】

次に、図2 4（c）において、無線通信装置C、Dは移動先スロット位置へ予定している無線通信装置の中で最下位のスロット位置にあると判断し、それぞれの移動カウンタをカウントダウンする。無線通信装置Bは次に上位の空きスロットがないため、移動先スロット番号を変更せず、移動カウンタのカウントも行わない。

#### 【0 1 6 9】

次に、図2 4（d）において、無線通信装置Dは移動カウンタのカウント値が0となり、移動先スロットであった、第2スロットへピーコン送出位置を移動する。そして、移動



カウンタのカウンタ値を0にセットする。無線通信装置Aは移動カウンタのカウンタ値をカウンタ値にセットする。

#### 【0170】

次に、図24(e)において、無線通信装置Cは移動カウンタのカウンタ値が0となり、移動先スロットであった、第3スロットへビーコン送出位置を移動する。そして、移動カウンタのカウンタ値を0にセットする。無線通信装置Bも上位のスロットに空きスロットがなくなるので、移動カウンタを0にセットする。

#### 【0171】

以上のように、無線通信装置Cは自己よりも下位のビーコンスロット位置にある無線通信装置Dのスロット位置移動が完了するまでに、次の上位の空きスロットである、第3スロットへ移動を行うためのカウント動作を開始するので、空きスロットである、第2スロットおよび第3スロットへの移動が、実施の形態1で示した方法に比べ、短時間に完了することができる。なお、本実施の形態では、ステップS2310の空きスロットの選択は自己よりも下位の無線通信装置が移動予定のスロットを除く、上位の空きスロットの中で最上位の空きスロットを選んでいるが、これに限らず、任意の空きスロットを選択するようにしてもよい。これにより、最上位を選ぶ場合に比べ並列に縮退動作する数が増えビーコンビリオドがかなり大きな数になる場合などで早く縮退することができる。

#### 【0172】

このように本発明によれば、複数の空きスロットがあるときに、複数の無線通信装置によるビーコン位置の移動が並行して行えるので、短時間にビーコンビリオドの縮退動作を行うことが可能になる。

#### 【0173】

(実施の形態4)

図25は本実施の形態における無線通信システムであり、移動ネットワーク2501、2502、2503はそれぞれ異なるビーコンビリオドグループを形成している。

#### 【0174】

図25において、無線通信装置A、L、Xはそれぞれビーコンビリオドグループ1、2、3に属し、それらが近接位置に移動したことにより、それぞれの通信エリアに進入すると、無線通信装置A、L、Xは自己のグループのビーコンやデータ受信において他のビーコンビリオドグループと干渉が起こる。

#### 【0175】

図26の(a)は図25のA、L、Xの構成するビーコンビリオドの例である。何のポリシーもなくそれぞれのグループで送受信していると、3つのビーコンビリオドグループのデータ送信可能領域は交差することになり他のビーコンビリオドグループと干渉が起こる。従って、図26(b)に示すように、それぞれのスーパーフレーム毎に優先的にそのビーコンビリオドグループが使用できる時間帯を、自分自身の構成するビーコンビリオドグループのビーコンビリオド(A)から次にそのデバイスが聞くことのできるビーコンビリオド(B)の先頭までと取り決めることにより、ビーコンビリオドグループ間の干渉を防止できる。但し、ビーコンビリオドグループ2とビーコンビリオドグループ3との関係のように、もし次のビーコンビリオド(C)が来るまでに最低限のデータ送受信時間が取れないときには、先行するビーコンビリオド(B)が構成するビーコンビリオドグループに後ろから来るビーコンビリオド(C)が構成するビーコンビリオドグループが吸収されるように縮退動作を行う。このようにすることにより、いくつものビーコンビリオドグループが混在していても最低限のデータ送信時間を確保でき互いのデータ送信時間を侵害しないようにすることが可能になる。

#### 【0176】

以下に、この異なるビーコンビリオドグループが1つに結合される動作について説明する。

#### 【0177】

まず結合アルゴリズムについて簡単に説明する。

【 0 1 7 9 】

ビーコンビリオドグループ1 (BG-1) にビーコンビリオドグループ2 (BG-2) が結合するものとする。

【 0 1 8 0 】

1. BG-2 の結合を要求する無線通信装置Xが、BG-1 のエマージェンシースロット (後述) とBG-2 の自己のビーコンスロットで結合開始通知情報を送信する。

【 0 1 8 1 】

2. BG-1 とBG-2 の無線通信装置Xの近隣の無線通信装置は、結合開始通知情報を受信すると以降の自己のビーコンにも受信した結合開始通知情報を発信元のマージカウンタに同期して送信する。そして、結合開始通知情報を送信しているグループ全体でマージカウンタのカウンタダウンを実行する。

【 0 1 8 2 】

3. BG-2 の結合開始通知情報を送信している無線通信装置の内、結合を希望するものは自己のビーコン送信者情報において結合フラグをセットしてビーコンを送信する。

【 0 1 8 3 】

4. BG-1 とBG-2 の結合開始通知情報を送信している無線通信装置は、互いの相手のビーコンビリオドをサーチしてビーコンを読み込み、そこから相手グループの無線通信装置のビーコン時間占有情報となるEBP情報 (エクステンド・ビーコンビリオド情報) を構成して隣接情報を次近接のノードに通知する (BG-1 の無線通信装置はBG-2 の結合フラグを立てている無線通信装置のみのEBP情報を作成する)。

【 0 1 8 4 】

5. BG-1 とBG-2 の各無線通信装置はEBP情報を見て自己の次近接に同じビーコンスロットを占有していることを検知した場合、マージカウンタが0になるまでに自己の属するビーコンビリオドグループに再加入する。

【 0 1 8 5 】

6. BG-1 とBG-2 の各無線通信装置は、マージカウンタが0になったならば、ビーコンスロットを移動するまでのスーパーフレーム周期をカウントするシフトカウンタを、ビーコン送信者情報、ビーコン時間占有情報、EBP情報の結合フラグがセットされた状態がなくなるまでカウントアップしていく。

【 0 1 8 6 】

7. BG-2 のビーコン送信者情報に結合フラグをセットしている無線通信装置は、シフトカウンタのカウントアップ中、第Nビーコンスロットでビーコンを送信している無線通信装置はシフトカウンタが2N-1のときに、BG-1 の最上位の空きビーコンスロットに移動する。

【 0 1 8 7 】

8. ビーコン送信者情報、ビーコン時間占有情報、EBP情報の結合フラグをセットした状態がなくなったら結合開始通知情報の送信を終了する。

【 0 1 8 8 】

9. 結合開始通知情報を送信している間はこれまで述べてきたようなビーコンビリオドの縮退アルゴリズムは停止する。

【 0 1 8 9 】

以上のアルゴリズムを図面などを交えて以下に説明していく。

【 0 1 9 0 】

図29は二つのビーコンビリオドグループが近接位置にある状態を示している。

【 0 1 9 1 】

図29において、無線通信装置A、B、C、D、Eが第1のビーコンビリオドグループを形成し、無線通信装置X、Y、Zが第2のビーコンビリオドグループを形成している。

【 0 2 0 0 】

第1のビーコンビリオドグループにおいて、無線通信装置B (2902) は通信エリア2912内の無線通信装置A (2901)、C (2903)、E (2905) と相互に通

可能性があるが、無線通信装置D（2904）は無線通信装置C（2903）の通信エリア2913内に位置するが、無線通信装置B（2902）とは次近接の位置関係にある。

#### 【0192】

第2のビーコンビリオドグループにおいて、無線通信装置X（2906）、Y（2907）、Z（2908）は相互の通信エリアに位置し、相互に通信可能である。

#### 【0193】

図30は本実施の形態において、各無線通信装置が送信するビーコンフレームの構成を示す図である。

#### 【0194】

図30において、ビーコン送信情報301は実施の形態1におけるビーコン送信者情報にさらに結合フラグ3011と、ビーコンビリオド開始オフセット（BPSTオフセット）3012と、ビーコンビリオド選択（BP選択）3013とを含んでいる。この結合フラグ3011はビーコンを送信する自分自身がビーコンビリオドの結合動作を行うことを示すものであり、BPSTオフセット3013はビーコンビリオド開始のオフセット時間を示すものであり、BP選択3013はビーコンビリオドを、オフセット時間後に移動する側か、オフセット時間前に移動される側かを識別するものである。

#### 【0195】

ビーコンビリオド占有情報302は実施の形態1におけるビーコンビリオド占有情報にさらに、結合フラグ3014とEBPフラグ3024とを含んでおり、自己が受信したビーコン送信者情報301の結合フラグ3011と、EBP情報3002のEBPフラグ3023とを記載し、他の無線通信装置へ通知するものである。

#### 【0196】

結合開始通知情報3001はマージカウンタ3015とシフトカウンタ3016と移動グループ3017とBPSTオフセット3018とを含んでいる。マージカウンタ3015はこの結合動作を開始するまでのスーパーフレーム周期数を示しており、結合の対象となる両ビーコンビリオドグループ内の各無線通信装置間の同期を取るためのものである。シフトカウンタ3016はビーコンビリオドを移動するグループ内の無線通信装置が、最初の無線通信装置の移動を開始してから他の無線通信装置の移動を行うスーパーフレーム周期をカウントするカウンタの値を示している。移動グループ3017はこのビーコンを送信している自分自身がビーコンビリオドを移動するビーコンビリオドグループのものであるか否かを示すものであり、移動するビーコンビリオドグループのものである場合にはフラグをセットする。BPSTオフセット3018はビーコン送信者情報301のBPSTオフセットと同一である。

#### 【0197】

エクステンド・ビーコンビリオド情報（EBP情報）3002はデバイスID3019、カウンタ値3020、結合フラグ3021、ビーコンスロット位置3022、およびEBPフラグ3023を含む。デバイスID3019にはこのビーコンを送信する無線通信装置自身がビーコンビリオドを移動する場合には、自己のデバイスIDが記載され、他の無線通信装置からエマージェンシースロットで結合開始通知情報を受信したときには送信元の無線通信装置のデバイスIDが記載されている。カウンタ3020、結合フラグ3021、ビーコンスロット位置3022についても同様に、自分自身のもの、あるいは他の無線通信装置から受信したものが記載される。EBPフラグ3023はこれらデバイスID3019乃至ビーコンスロット位置3022の情報がエクステンド・ビーコンビリオド情報であることを示すものである。

#### 【0198】

上記のような2つのビーコンビリオドグループが図29に示すような位置関係に移動したときに、第2のビーコンビリオドグループが第1のビーコンビリオドグループに結合するときの結合動作について次に説明する。なお、2つのビーコンビリオドの位置関係は、第2のビーコンビリオドグループの無線通信装置Xが、第1のビーコンビリオドグループ

の無線通信装置A、B、C、Dの通信エリアに位置し、第2のビーコンピリオドグループの無線通信装置Yが、第1のビーコンピリオドグループの無線通信装置A、B、C、Eの通信エリアに位置し、第2のビーコンピリオドグループの無線通信装置Zが、第1のビーコンピリオドグループの無線通信装置B、C、D、Eの通信エリアに位置している。

#### 【0199】

図31乃至図41は、無線通信装置A乃至E、および無線通信装置X乃至Zがビーコンピリオドでビーコンを送信するタイミングと各無線通信装置が検知する各スロットでのビーコン情報を示す図である。

#### 【0200】

まず、図31は両グループが現在の位置に移動した初期状態を示す。

#### 【0201】

図31において、第1ビーコンピリオドグループの無線通信装置Aは第4スロットでビーコンを送信し、無線通信装置Bは第2スロットでビーコンを送信し、無線通信装置Cは第3スロットでビーコンを送信し、無線通信装置Dは第4スロットでビーコンを送信し、無線通信装置Eは第5スロットでビーコンを送信している。第4スロットで無線通信装置A、Dがビーコンを送信しているが、第1ビーコンピリオドグループ内において2ホップ離れているので無線通信装置B、Cはビーコンピリオド占有情報(BPOIE)によりその存在を知るだけで、通信の干渉は発生していない。

#### 【0202】

また、第2ビーコンピリオドグループの無線通信装置Xは第2スロットでビーコンを送信し、無線通信装置Yは第3スロットでビーコンを送信し、無線通信装置Zは第4スロットでビーコンを送信している。

#### 【0203】

なお、第1スロットはエマージェンシースロットであり（エマージェンシースロットとは空きスロットがなくなるなど緊急事態のために確保される特別なスロットのことであり、本実施例ではこれを使用する）、空きの状態にある。また、このときの各ビーコンにおける結合フラグ3011、3014はセットされておらず、結合開始通知情報3001やEBP情報3002を含んでいない。

#### 【0204】

次に、無線通信装置Xが結合動作の開始を通知する結合開始情報を送信したときの状態を図32に示す。

#### 【0205】

図32において、無線通信装置Xが第1のビーコンピリオドグループのエマージェンシースロット（第1スロット）3201と、自己のビーコンスロット3202とに結合開始通知情報3001とEBP情報3002とを記載したビーコンを送信する。このときの結合開始通知情報3001のマージンカウンタ3015には「5」がセットされ、シフトカウンタ3016には「0」がセットされる。さらに、移動グループ3017には、自己が移動するビーコンピリオドグループであることを示すフラグがセットされ、BPSTオフセット3018には後述するビーコン送信者情報301のBPSTオフセットがコピーされている。また、EBP情報3002には、無線通信装置X自身のデバイスID、移動カウンタのカウント値、ビーコンスロット位置が記載され、結合フラグ3021をセットし、相手先のビーコンピリオド内のビーコンを読み込み、対応するビーコンにEBP情報を構成する。結合フラグ3021とEBPフラグ3023がセットされる。さらにまた、ビーコン送信者情報の結合フラグ3011がセットされ、BPSTオフセット3013には移動先である第1のビーコンピリオドグループのビーコンピリオド開始時間に対するオフセット時間が記載されており、BP選択3013には移動先のビーコンピリオド開始時間を基準にすることを示すフラグがセットされている。

#### 【0206】

第1のビーコンピリオドグループの無線通信装置A乃至Dはこれを直接受信し、第2のビーコンピリオドグループが自己のビーコンピリオドに結合する動作が始まることを知る

が、無線通信装置Xはこれで受信できないので、この時点では知ることはしない。なお、無線通信装置Xは第1のビーコンビリオドグループの第4スロット3203で、通信エリアにある無線通信装置A、Dからビーコンを受信し相互に干渉するが、この場合には無線通信装置Aからの通信を受信できたものとする。

#### 【0207】

また、第1のビーコンビリオドグループの無線通信装置A乃至Dは無線通信装置Xから第2のビーコンビリオドグループのビーコンビリオド開始オフセット時間をBPSTオフセット3012とBP選択3013とにより知ることができるので、第2のビーコンビリオドグループのビーコンを受信開始する。このとき、無線通信装置Dは、無線通信装置Xから受信したビーコン3203に記載のビーコンビリオド占有情報302に、自己のデバイスIDがないことを検知する。これにより、無線通信装置Dは無線通信装置Xが干渉により自己のビーコンを受信できていないことを知ることができる。そこで、無線通信装置Dは次のスーパーフレームで自己のスロット位置をエントリースロットへ移動することを決定する。

#### 【0208】

また、第2のビーコンビリオドグループの無線通信装置Y、Zは無線通信装置Xから通知された結合動作の開始を知る。そして、自分自身も結合動作を行うことを決定した場合、それを通知するために、自己のスロット位置でビーコン送信者情報301の結合フラグ3011をセットし、第1のビーコンビリオドグループのビーコンビリオドを読み込み、EBP情報3002を作成してビーコンを送信する。このため、無線通信装置A乃至Cは無線通信装置Yの結合フラグがセットされていることを検出するが、無線通信装置Dがビーコンビリオド占有情報で検出する無線通信装置Yの結合フラグは、一つ前のスーパーフレームの状態のためセットされていない。無線通信装置Zについても同様に、無線通信装置B乃至Dは無線通信装置Zの結合フラグがセットされていることを検出するが、無線通信装置Aがビーコンビリオド占有情報で検出する無線通信装置Zの結合フラグは、一つ前のスーパーフレームの状態のためセットされていない。

#### 【0209】

なお、結合開始通知情報3001とEBP情報3002とを受信した無線通信装置X以外の無線通信装置は、受信した結合開始通知情報3001とEBP情報3002とを自己のビーコンスロットで、ビーコンにこれらの情報をコピーして送信する。これにより、次近接の位置にある無線通信装置へこれらの情報を伝達することが可能になる。

#### 【0210】

次のスーパーフレーム周期の状態を図33に示す。

#### 【0211】

図33において、無線通信装置Xはマージカウンタをディクリメントし、マージカウンタ3015に‘4’をセットして、第1のビーコンビリオドグループのエマージェンシースロット（第1スロット）3301と、自己のビーコンスロット3302とに結合開始通知情報3001とEBP情報3002とを記載したビーコンを送信する。

#### 【0212】

無線通信装置Eは通信エリアの無線通信装置Bを介して、ビーコンビリオド占有情報により第1スロット3303に無線通信装置Xのビーコンが送信されていることを知る。また、結合開始通知情報のBPSTオフセット3018から第2のビーコンビリオドグループのビーコンビリオド開始時間を知り、第2のビーコンビリオドグループのビーコンを受信開始する。

#### 【0213】

無線通信装置Dは先のスーパーフレームで決定した通り、ビーコンスロット位置をエントリースロット3304に移動してビーコンを送信する。これにより、無線通信装置Xにとっての無線通信装置Aと無線通信装置Dとの干渉が解消される。

#### 【0214】

なお、このスーパーフレーム周期以降において、第1のビーコンビリオドグループの各

無線通信装置は無線通信装置へ、1、2の範囲が、ヘロツト位置の移動が元になるまですべてセットされている状態を検出する。

【0215】

次のスーパーフレーム周期の状態を図34に示す。

【0216】

図34において、無線通信装置Xはマージカウンタをディクリメントし、マージカウンタ3015に‘3’をセットして、第1のピーコンビリオドグループのエマージェンシーロット（第1ロット）3301と、自己のピーコンロット3302とに結合開始通知情報3001とEBP情報3002とを記載したピーコンを送信する。

【0217】

このスーパーフレーム周期において、無線通信装置Dのロット位置の変更は次近接の位置にある他の無線通信装置A、B、E、Yに通知される。

【0218】

次のスーパーフレーム3周期分の状態を図35に示す。

図35において、無線通信装置Xはマージカウンタをディクリメントしたカウンタ値を結合開始通知情報3001のマージカウンタ3015にセットして、自己のピーコンロット3501にピーコンを送信する。この動作は無線通信装置Xのマージカウンタのカウンタ値が2乃至0で繰り返される。この間に、他の無線通信装置は第2のピーコンビリオドグループが第1のピーコンビリオドグループと結合を行うのに支障が無いように、干渉を回避するためのロット位置の移動などの処理を行う。

【0219】

次のスーパーフレーム周期の状態を図36に示す。

【0220】

図36において、無線通信装置AからE、無線通信装置XからZは、マージカウンタが0になったので、シフトカウンタをインクリメントし始め、結合開始通知情報3001のシフトカウンタ3016にセットする。このとき、無線通信装置AからE、無線通信装置XからZはシフトカウンタのカウント値が‘1’（奇数）であると判定し、ピーコンロット位置を第1のピーコンビリオドグループの最上位の空きロット（第7ロット）3601へ移動する。そして、第7ロット位置でピーコンを送信する。これにより、無線通信装置Eを除く全ての無線通信装置がこのピーコンを受信し、無線通信装置Xがロット位置を変更したことを知る。

【0221】

次のスーパーフレーム周期の状態を図37に示す。

【0222】

図37において、無線通信装置Yはシフトカウンタをインクリメントし、結合開始通知情報3001のシフトカウンタ3016にセットする。このとき、シフトカウンタのカウント値は‘2’（偶数）であるので、無線通信装置Yはロット位置の移動は行わない。なお、無線通信装置Yの結合フラグ3011の情報は、無線通信装置Cのピーコンビリオド占有情報302を介して、無線通信装置Dへ通知される。このように、スーパーフレーム1周期おくことにより、次近接の無線通信装置へも無線通信装置Yの結合動作中であることを通知することができる。

【0223】

次のスーパーフレーム周期の状態を図38に示す。

【0224】

図38において、無線通信装置Yはシフトカウンタをインクリメントし、結合開始通知情報3001のシフトカウンタ3016にセットする。このとき、無線通信装置Yはシフトカウンタのカウント値が‘3’（奇数）であると判定し、ピーコンロット位置を第1のピーコンビリオドグループの最上位の空きロット（第8ロット）3801へ移動する。そして、第8ロット位置でピーコンを送信する。これにより、無線通信装置Dを除く全ての無線通信装置がこのピーコンを受信し、無線通信装置Yがロット位置を変更し

たこととなる。

#### 【0225】

第2のビーコンビリオドグループの無線通信装置Zは自己が最上位のスロット位置になったので、無線通信装置Yに代わって、シフトカウンタのカウント値を結合開始通知情報3001のシフトカウンタ3016にセットしたビーコンを自己のビーコンスロット位置で送信する。無線通信装置Aを除く全ての無線通信装置がこのビーコンを受信し、無線通信装置Zが結合動作を開始することを知る。

#### 【0226】

次のスーパーフレーム周期の状態を図39に示す。

#### 【0227】

図39において、無線通信装置Zはシフトカウンタをインクリメントし、結合開始通知情報3001のシフトカウンタ3016にセットする。このとき、シフトカウンタのカウント値は‘4’（偶数）であるので、無線通信装置Zはスロット位置の移動は行わない。なお、無線通信装置Zの結合フラグ3011の情報は、無線通信装置Bのビーコンビリオド占有情報302を介して、無線通信装置Aへ通知される。このように次近接の無線通信装置へも無線通信装置Zが結合動作中であることを通知される。

#### 【0228】

次のスーパーフレーム周期の状態を図40に示す。

#### 【0229】

図40において、無線通信装置Zはシフトカウンタをインクリメントし、結合開始通知情報3001のシフトカウンタ3016にセットする。このとき、無線通信装置Zはシフトカウンタのカウント値が‘5’（奇数）であると判定し、ビーコンスロット位置を第1のビーコンビリオドグループの最上位の空きスロット（第9スロット）4001へ移動する。そして、第9スロット位置でビーコンを送信する。これにより、無線通信装置Aを除く全ての無線通信装置がこのビーコンを受信し、無線通信装置Zがスロット位置を変更したことを知る。

#### 【0230】

次のスーパーフレーム周期の状態を図41に示す。

#### 【0231】

図41において、無線通信装置Zはスロット位置を移動完了しているので、もはや結合開始通知情報3001を付加することはない。他の無線通信装置はこれにより、第2のビーコンビリオドグループのビーコンビリオドの結合動作が終了したことを知る。

#### 【0232】

このように、ビーコンビリオドの結合を行う無線通信装置は、ビーコン送信者情報の結合フラグをセットしてビーコンを自己のビーコンスロットで送信することにより、他の無線通信装置へビーコンビリオドの結合動作の開始を通知することができる。さらに、ビーコンスロット位置の移動が一つおきのスーパーフレーム周期で行うようになるので、次近接の無線通信装置へも結合中であることを通知できる。これにより、次近接の位置にある無線通信装置とスロット位置の移動が衝突することを防止できる。

#### 【0233】

なお、無線通信装置Xはマージカウンタが‘5’から‘3’までのスーパーフレームで結合開始通知情報3001を送信しているが、これは第1ビーコンビリオドグループと第2のビーコンビリオドグループの各無線通信装置へ結合開始情報を確実に通知するためであり、これに限るものではない。

#### 【0234】

以上のように、複数のビーコンビリオドグループが移動により相互に干渉する場合でも、干渉するビーコンビリオドグループ同士のビーコンビリオドを本発明に係る結合動作させることにより、相互に区分けされた期間で通信を行うことになり、干渉を防止することが可能になる。

【産業上の利用可能性】



本発明は、アドホック通信等をするときの無線通信方法および無線通信装置に有用であり、無線ネットワーク内の無線通信装置それぞれがビーコンを送信する場合に、そのビーコンビリオドを動的に変更するのに適している。

【図面の簡単な説明】

【 0 2 3 6 】

【図 1】 本発明の実施の形態 1 に係る無線ネットワークシステムの構成をなす無線通信装置の配置図

【図 2】 本発明の実施の形態 1 に係る無線通信装置の構成を示すブロック図

【図 3】 本発明の実施の形態 1 に係るビーコンフレームの構成を示す図

【図 4】 本発明の実施の形態 1 に係るビーコンスロット状態テーブルのフォーマットを示す図

【図 5】 本発明の実施の形態 1 に係るビーコンビリオド縮退動作を示すフロー図

【図 6】 本発明の実施の形態 1 に係るビーコンスロット位置決定処理を示すフロー図

【図 7】 (a) 乃至 (c) 本発明の実施の形態 1 に係る無線通信装置が加入したときのスロット状態を示す図

【図 8】 (a)、(b) 本発明の実施の形態 1 に係る無線通信装置が加入後、スロット位置を移動したときのスロット状態を示す図

【図 9】 (a) 乃至 (c) 本発明の実施の形態 1 に係る無線通信装置が近隣でなくなったときのスロット状態を示す図

【図 10】 (a) 乃至 (c) 本発明の実施の形態 1 に係る無線通信装置が近隣でなくなった後に、ビーコンビリオドの縮退動作が完了するときのスロット状態を示す図

【図 11】 本発明の実施の形態 1 に係る移動する無線通信装置相互間の配置図

【図 12】 (a)、(b) 本発明の実施の形態 1 に係る無線通信装置のスロット使用状態を示す図

【図 13】 (a)、(b) 本発明の実施の形態 1 に係る無線通信装置のスロット使用状態を示す図

【図 14】 (a)、(b) 本発明の実施の形態 1 に係る無線通信装置のスロット使用状態を示す図

【図 15】 (a)、(b) 本発明の実施の形態 1 に係る無線通信装置のスロット使用状態を示す図

【図 16】 本発明の実施の形態 1 に係る無線通信装置の配置図

【図 17】 (a)、(b) 本発明の実施の形態 1 に係る無線通信装置のスロットの使用状態を示す図

【図 18】 本発明の実施の形態 2 に係るビビーコンスロット位置決定処理を示すフロー図

【図 19】 本発明の実施の形態 2 に係る無線通信装置の配置図

【図 20】 (a)、(b)、(c) 本発明の実施の形態 2 に係る無線通信装置の縮退動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 21】 (a)、(b) 本発明の実施の形態 2 に係る無線通信装置の縮退動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 22】 (a)、(b) 本発明の実施の形態 2 に係る無線通信装置の縮退動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 23】 本発明の実施の形態 3 に係るビビーコンスロット位置決定処理を示すフロー図

【図 24】 (a)、(b)、(c)、(d)、(e) 本発明の実施の形態 3 に係る無線通信装置の縮退動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 25】 本実施の形態 4 における無線通信システムの構成を示す図

【図 26】 (a)、(b) 本実施の形態 4 におけるスーパーフレームのタイムチャート



【図 2 7】 本発明の実施の形態 3 に係るビーコンフレームの状態 1 のフレームフォーマットを示す図

【図 2 8】 本発明の実施の形態 3 に係るビーコンフレームの構成を示す図

【図 2 9】 本発明の実施の形態 4 に係る無線通信装置の配置図

【図 3 0】 本発明の実施の形態 4 に係るビーコンフレームの構成を示す図

【図 3 1】 本発明の実施の形態 4 に係る無線通信装置のビーコンビリオドの結合動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 3 2】 本発明の実施の形態 4 に係る無線通信装置のビーコンビリオドの結合動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 3 3】 本発明の実施の形態 4 に係る無線通信装置のビーコンビリオドの結合動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 3 4】 本発明の実施の形態 4 に係る無線通信装置のビーコンビリオドの結合動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 3 5】 本発明の実施の形態 4 に係る無線通信装置のビーコンビリオドの結合動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 3 6】 本発明の実施の形態 4 に係る無線通信装置のビーコンビリオドの結合動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 3 7】 本発明の実施の形態 4 に係る無線通信装置のビーコンビリオドの結合動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 3 8】 本発明の実施の形態 4 に係る無線通信装置のビーコンビリオドの結合動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 3 9】 本発明の実施の形態 4 に係る無線通信装置のビーコンビリオドの結合動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 4 0】 本発明の実施の形態 4 に係る無線通信装置のビーコンビリオドの結合動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 4 1】 本発明の実施の形態 4 に係る無線通信装置のビーコンビリオドの結合動作におけるスロット使用状態を示す図

【図 4 2】 従来の無線通信方法を示す図

#### 【符号の説明】

##### 【 0 2 3 7 】

1 0 1 乃至 1 0 7、1 1 0 1 乃至 1 1 0 5、1 6 0 1 乃至 1 6 0 4、1 9 0 1 乃至 1 9 0 5、2 9 0 1 乃至 2 9 0 8 無線通信装置

1 1 1 乃至 1 1 6、1 1 1 1 乃至 1 1 1 5、1 6 1 1 乃至 1 6 1 4、1 9 1 1 乃至 1 9 1 5、2 9 1 1 乃至 2 9 1 8 通信エリア

2 0 0 アンテナ

2 0 1 無線 (L 1) 処理部

2 0 2 フレーム判定部

2 0 3 記録部

2 0 4 上位層処理部

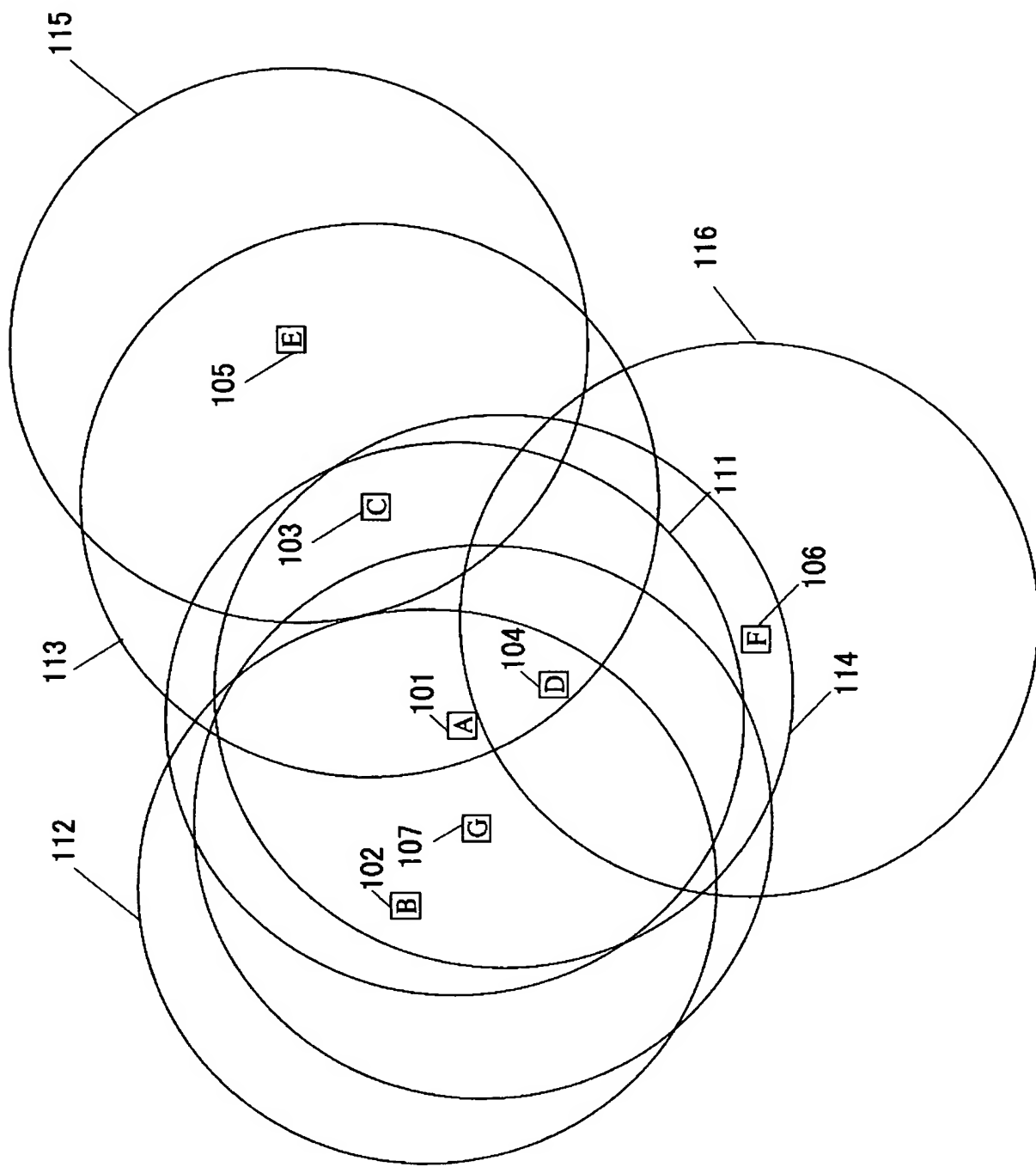
2 0 5 ビーコンスロット位置制御部

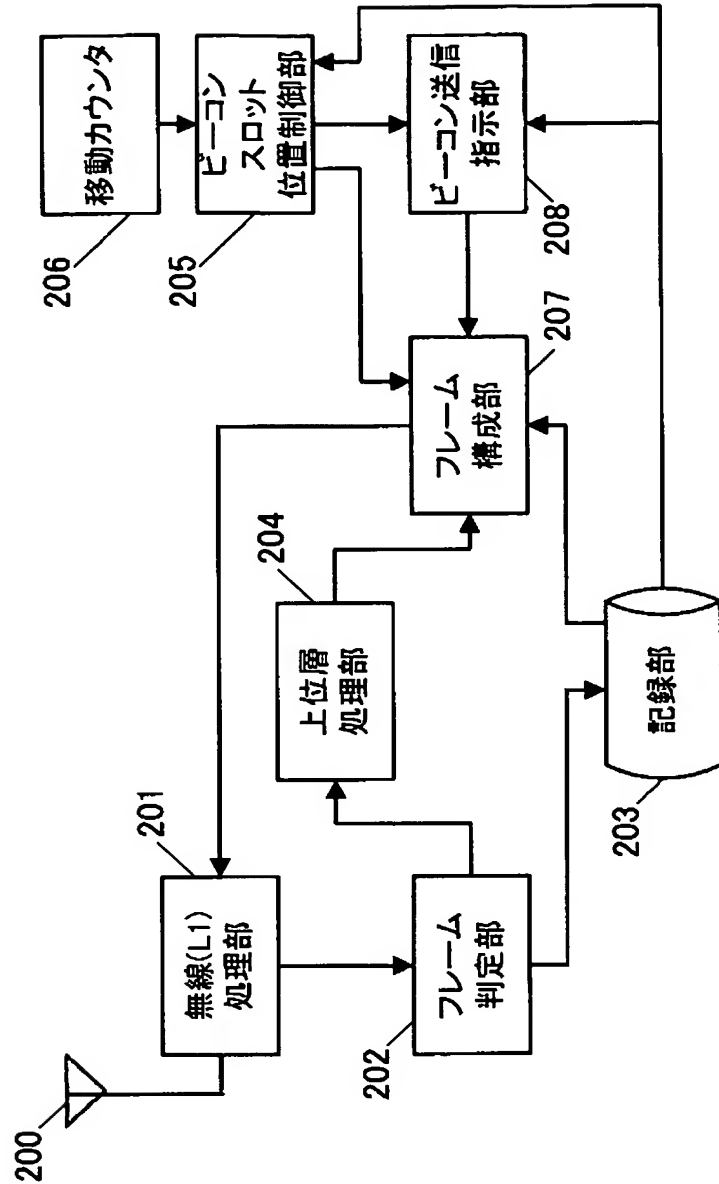
2 0 6 移動カウンタ

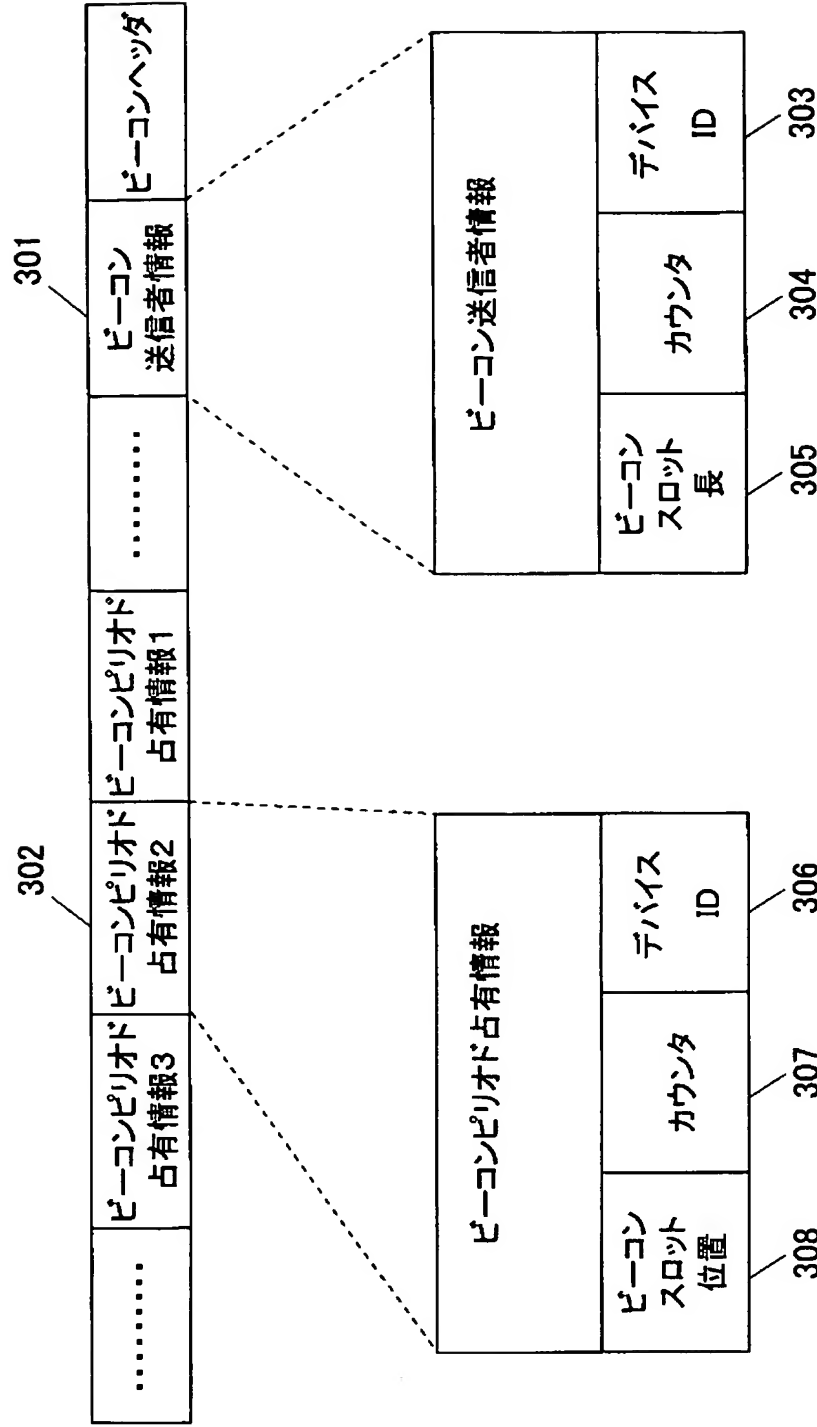
2 0 7 フレーム構成部

2 0 8 ビーコン送信指示部

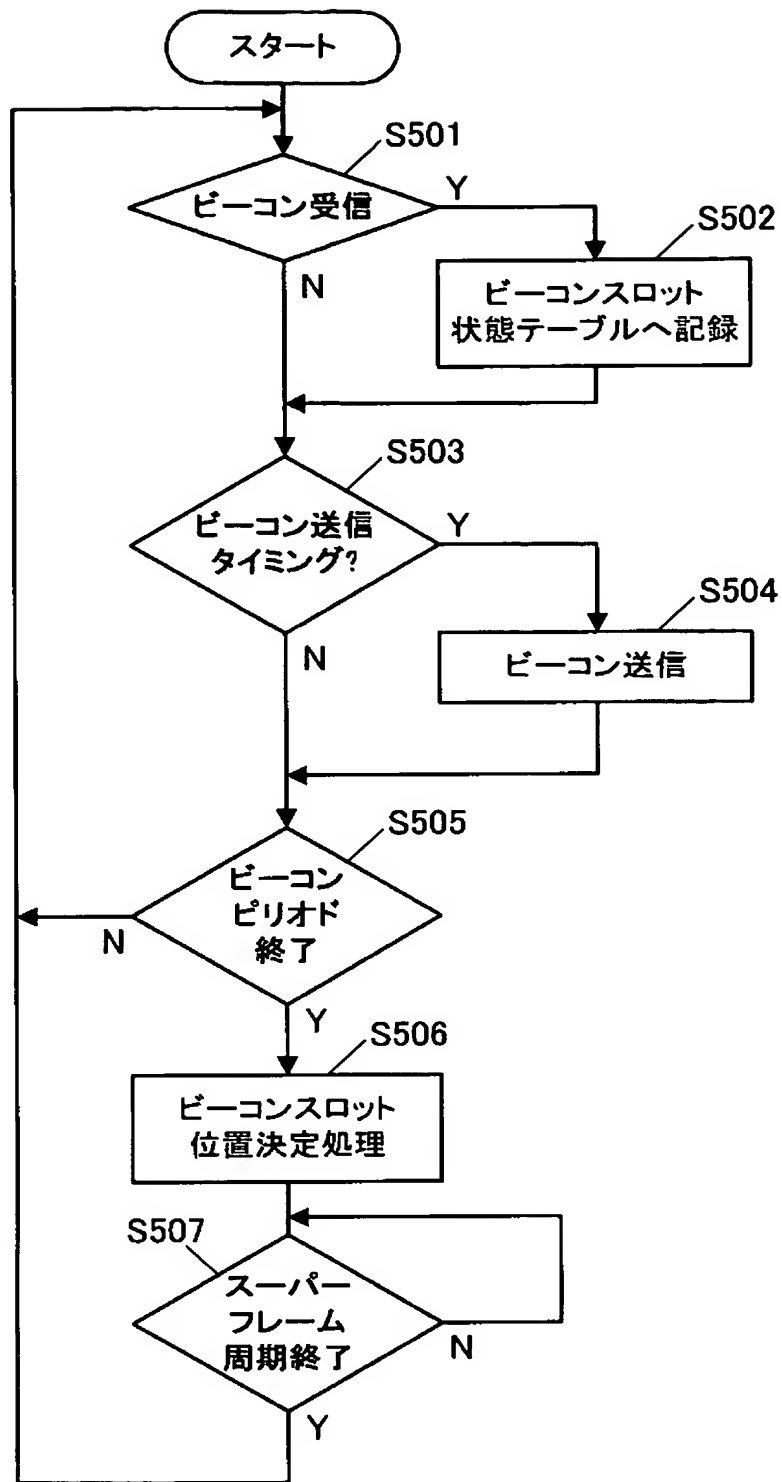
2 5 0 1 乃至 2 5 0 3 移動ネットワーク

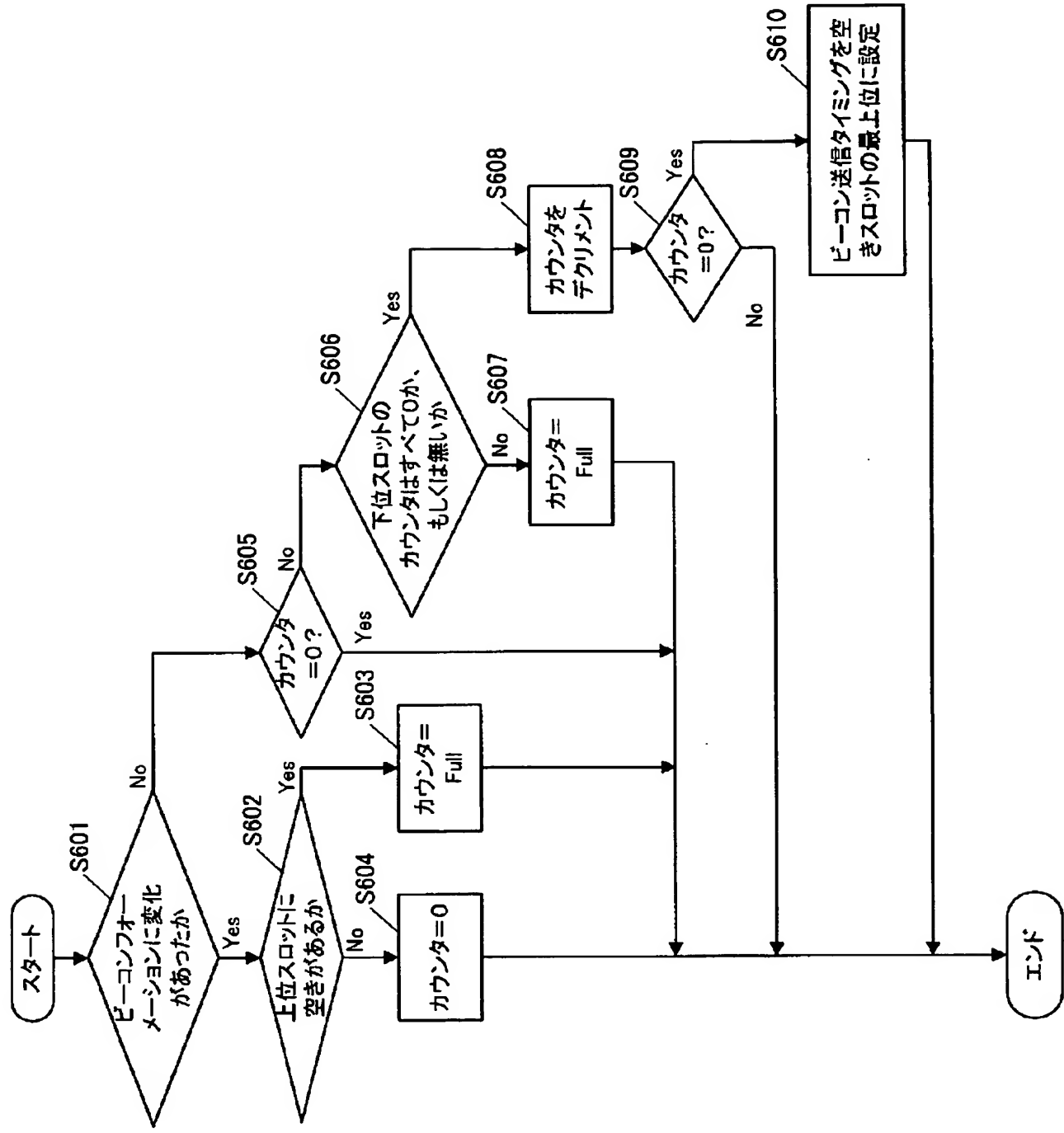




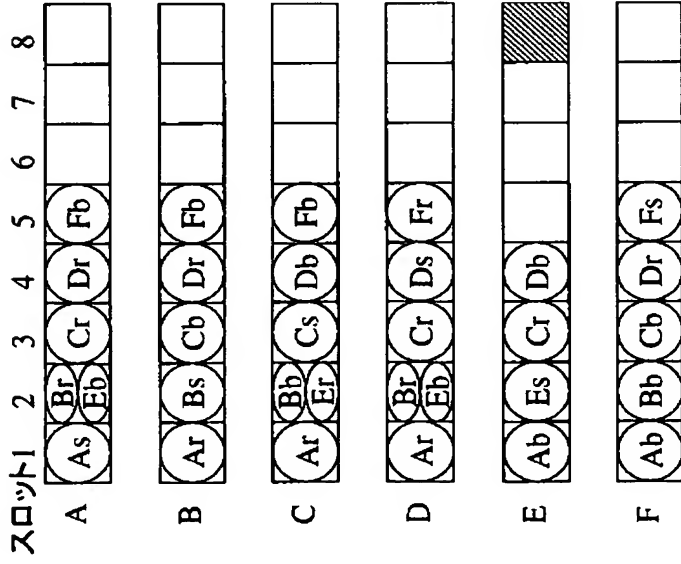


| 401<br>スロット番号 | 402<br>デバイスID | 403<br>使用状態 | 404<br>種別 |
|---------------|---------------|-------------|-----------|
| 1             | A             | O           | Beacon    |
| 2             | B             | O           | BPOIE     |
| 2             | E             | O           | Beacon    |
| 3             | C             | O           | BPOIE     |
| 4             | D             | O           | Beacon    |
| 5             | F             | O           | Beacon    |
| 6             | O             | O           | O         |
| 7             | O             | O           | O         |
| 8             | O             | O           | O         |

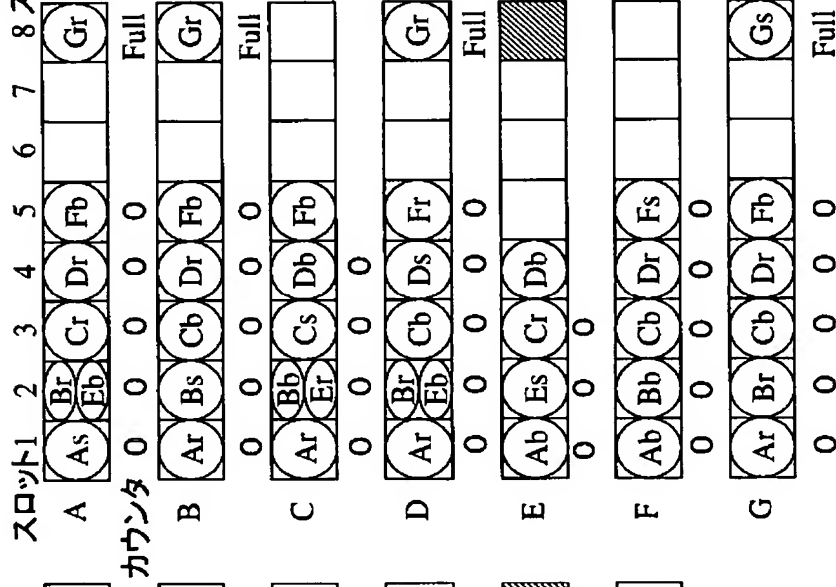




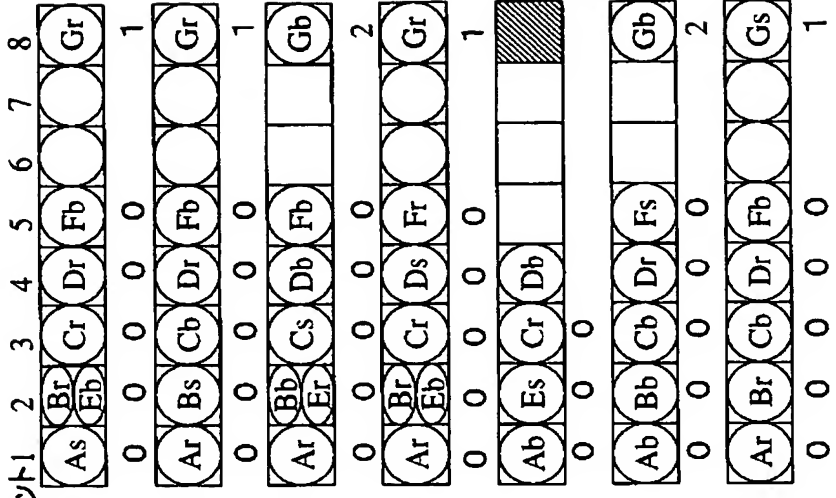
(a)



(b)



(c)



Xs

自ら発信しているビーコン

Xr

受信しているビーコン

Xb

ビーコンピリオド占有情報



ビーコンスロット



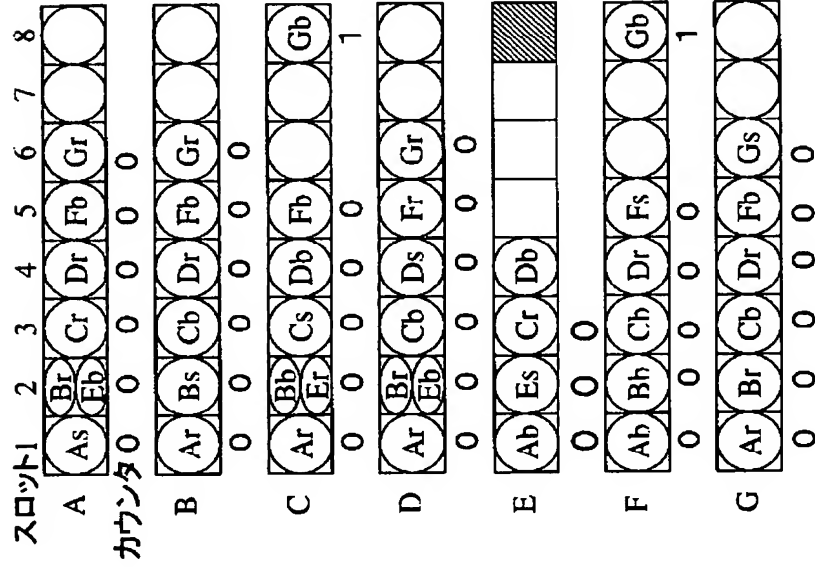
エントリースロット



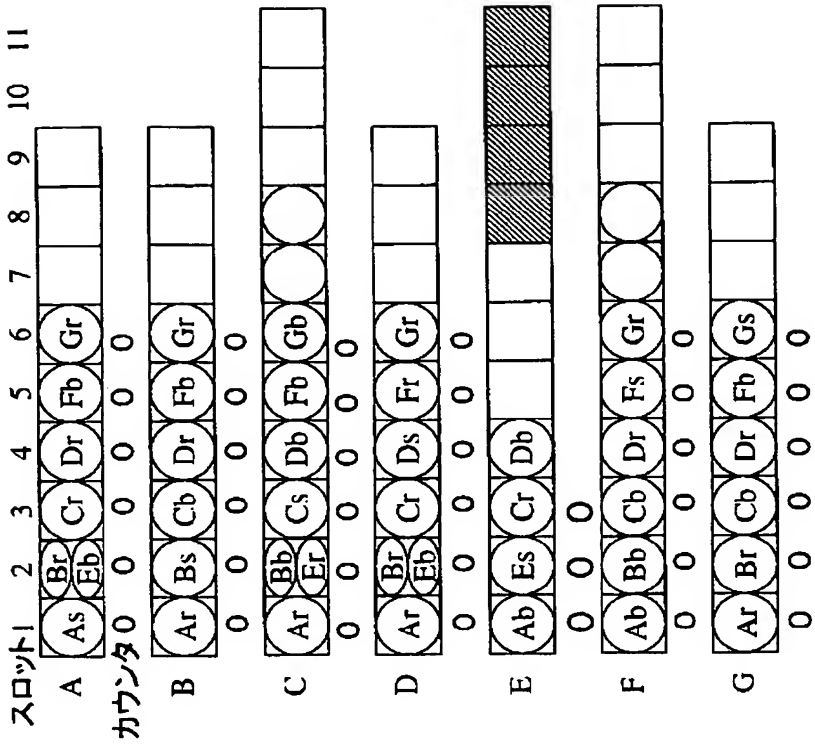
エクストラスロット



(a)






(b)

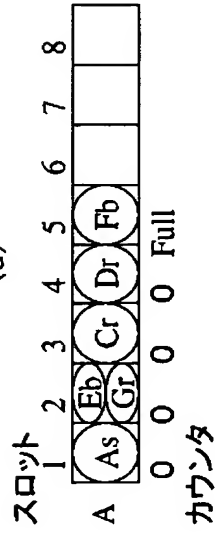


- Xs 自ら発信しているビーコン
- Xr 受信しているビーコン
- Xb ビーコンピリオド占有情報

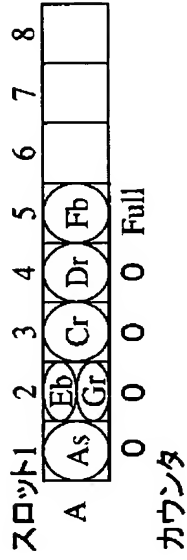
- ビーコンスロット
- エントリースロット
- エクストラスロット

|    | ビーコンスロット   | エントリースロット  | エクストラスロット  |
|----|--|--|--|
| Xs |  |  |  |
| Xr | 自ら発信しているビーコン   | 受信しているビーコン   |  |
| Xb |  |  | ビーコンピリオド占有情報   |

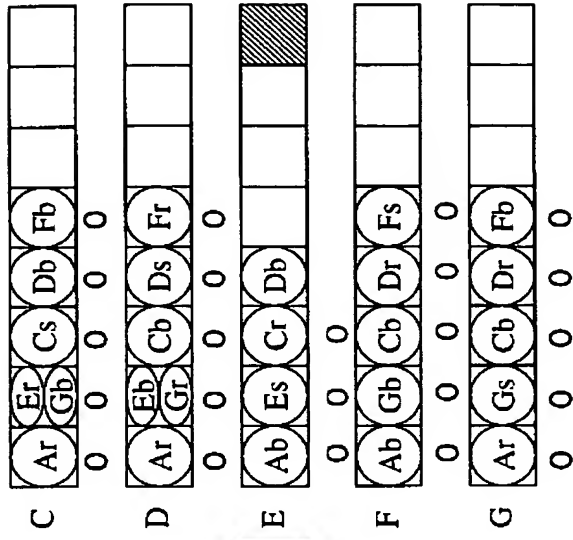
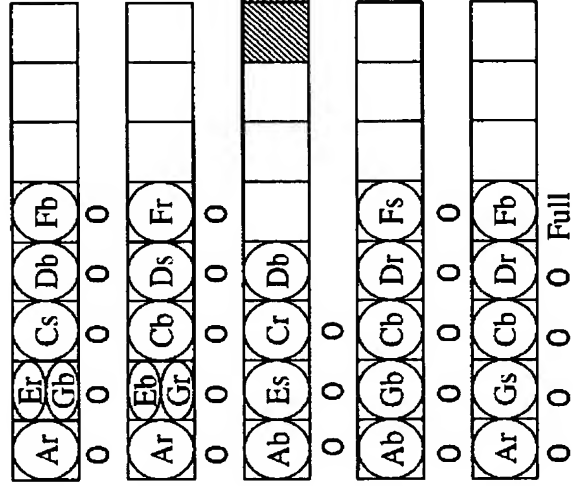
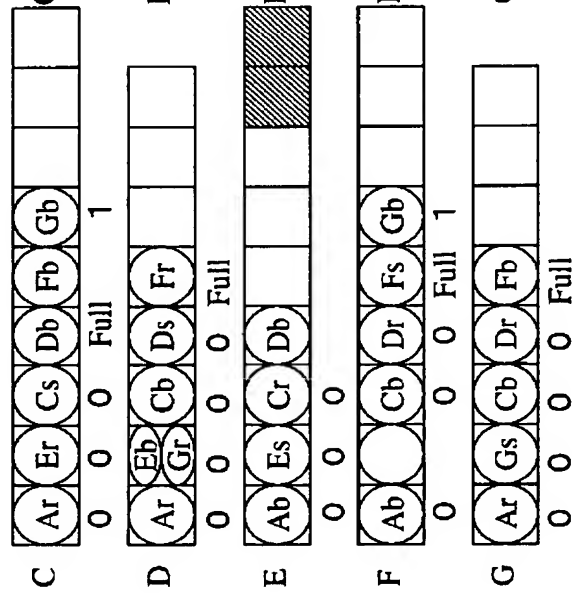
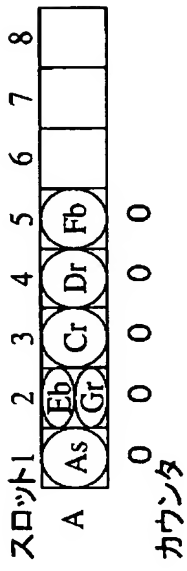
(a)






(b)

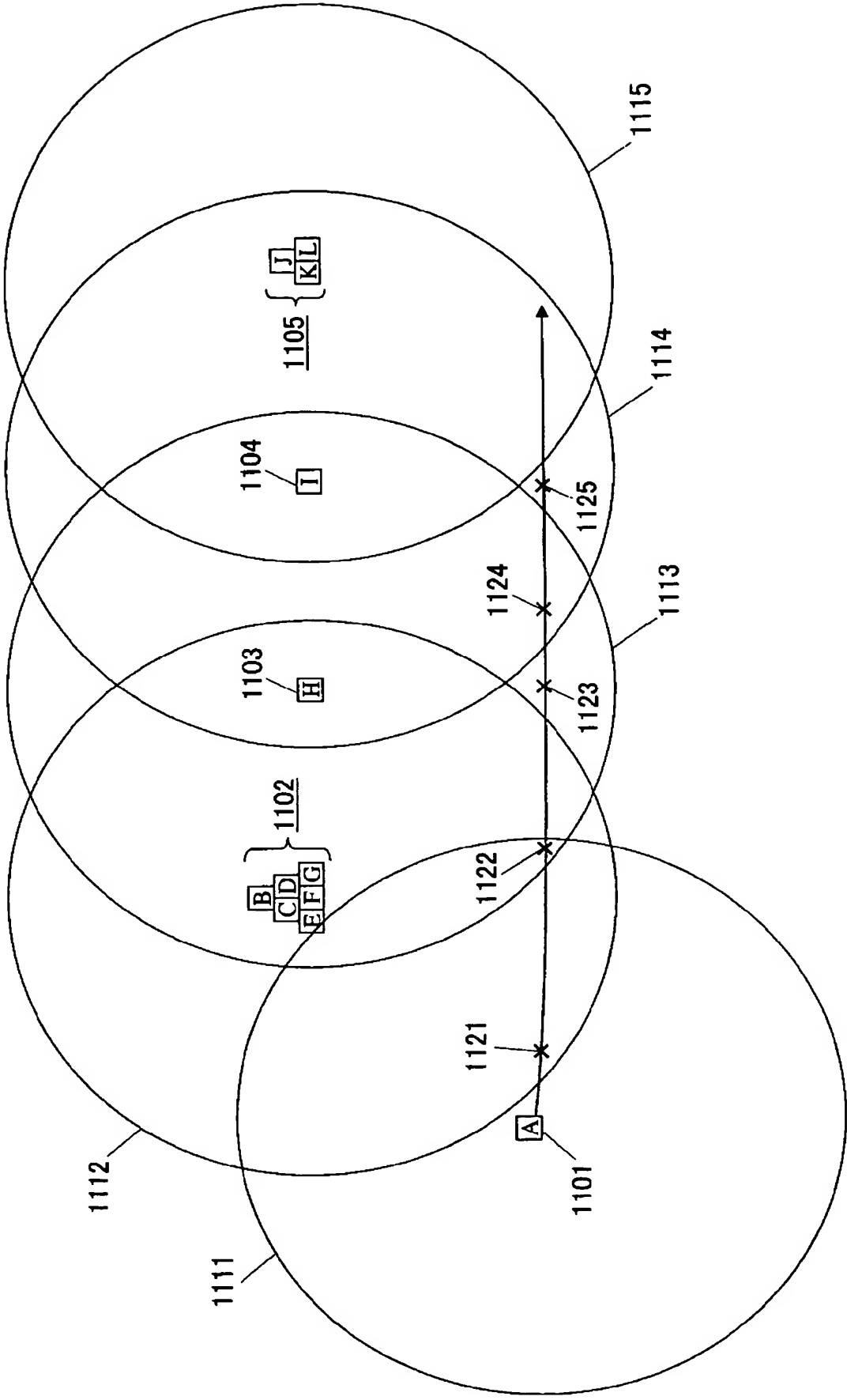


(c)



- (Xs) 自ら発信しているビーコン
- (Xr) 受信しているビーコン
- (Xb) ビーコンポリオド占有情報

-  ビーコンスロット
-  エントリースロット
-  エクストラスロット



(a)

|      |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|
| スロット | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9    | 10 | 11 |
| A    | Br | Cr | Dr | Er | Fr | Gr | Hb |    |      | As |    |
| カウンタ | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | Full |    |    |
| B    | Bs | Cr | Dr | Er | Fr | Gr | Hr | Ib |      | Ar |    |
|      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | Full |    |    |
| C    | Br | Cs | Dr | Er | Fr | Gr | Hr | Ib |      | Ar |    |
|      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | Full |    |    |

(b)

|      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| スロット | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |
| A    | Br | Cr | Dr | Er | Fr | Gr | Hb | As |    |    |    |
| カウンタ | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| B    | Bs | Cr | Dr | Er | Fr | Gr | Hr | Ar | Ib |    |    |
|      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| C    | Br | Cs | Dr | Er | Fr | Gr | Hr | Ar | Ib |    |    |
|      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

.....

.....

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|
| H | Br | Cr | Dr | Er | Fr | Gr | Hs | Ir |   |   |   |
|   | Jb | Kb | Lb |    |    |    |    |    |   |   |   |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 |
| I | Bb | Cb | Db | Eb | Fb | Gb | Hr | Is |   |   |   |
|   | Jr | Kr | Lr |    |    |    |    |    |   |   |   |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 |
| J | Js | Kr | Lr |    |    |    | Hb | Ir |   |   |   |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 |

.....

.....

.....

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|
| H | Br | Cr | Dr | Er | Fr | Gr | Hs | Ab | Ir |   |   |
|   | Jb | Kb | Lb |    |    |    |    |    |    |   |   |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |
| I | Bb | Cb | Db | Eb | Fb | Gb | Hr | Is |    |   |   |
|   | Jr | Kr | Lr |    |    |    |    |    |    |   |   |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |
| J | Js | Kr | Lr |    |    |    | Hb | Ir |    |   |   |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |

.....

.....

(a)

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|
| A | Br | Ct | Dr | Er | Fr | Gr | Hr | As |   |   |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |
| B | Bs | Cr | Dr | Er | Fr | Gr | Hr | Ar |   |   |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |
| C | Br | Cs | Dr | Er | Fr | Gr | Hr | Ar |   |   |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |

カウンタ

(b)

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|
| A | Br | Ct | Dr | Er | Fr | Gr | Hr | Ib | As |   |   |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |
| B | Bs | Cr | Dr | Er | Fr | Gr | Hr | Ib | Ar |   |   |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |
| C | Br | Cs | Dr | Er | Fr | Gr | Hr | Ib | Ar |   |   |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |

カウンタ

.....

.....

.....

.....

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|
| H | Br | Ct | Dr | Er | Fr | Gr | Hs | Ar |   |   |
|   | Jb | Kb | Lb |    |    |    |    | Ir |   |   |
| I | Bb | Cb | Db | Eb | Fb | Gb | Hr | Is |   |   |
|   | Jr | Kr | Lr |    |    |    |    |    |   |   |
| J | Js | Kr | Lr |    |    |    | Hb | Ir |   |   |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |

.....

.....

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|
| H | Br | Ct | Dr | Er | Fr | Gr | Hs | Ir | Ar |   |   |
|   | Jb | Kb | Lb |    |    |    |    |    |    |   |   |
| I | Bb | Cb | Db | Eb | Fb | Gb | Hr | Is | Ab |   |   |
|   | Jr | Kr | Lr |    |    |    |    |    |    |   |   |
| J | Js | Kr | Lr |    |    |    | Hb | Ir |    |   |   |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |

.....

.....

(a)

カウンタ

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |  |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|--|
| A | Bb | Cb | Db | Eb | Fb | Gb | Hr | Ib | As |   |  |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 |  |
| B | Bs | Cr | Dr | Er | Fr | Gr | Hr | Ib | Ab |   |  |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 |  |
| C | Br | Cs | Dr | Er | Fr | Gr | Hr | Ib | Ab |   |  |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 |  |

.....  
.....  
.....  
.....

(b)

カウンタ

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |  |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|--|
| A | Bb | Cb | Db | Eb | Fb | Gb | Hr | Ir | As |   |  |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 |  |
| B | Bs | Cr | Dr | Er | Fr | Gr | Hr | Ib | Ab |   |  |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 |  |
| C | Br | Cs | Dr | Er | Fr | Gr | Hr | Ib | Ab |   |  |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 |  |

.....  
.....  
.....  
.....

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| H | Br | Cr | Dr | Er | Fr | Gr | Hs | Ir | Ar |  |  |
|   | Jb | Kb | Lb |    |    |    |    |    |    |  |  |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |  |
| I | Bb | Cb | Db | Eb | Fb | Gb | Hr | Is | Ar |  |  |
|   | Jr | Kr | Lr |    |    |    |    |    |    |  |  |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |  |
| J | Js | Kr | Lr |    |    |    | Hb | Ir | Ab |  |  |
|   | 0  | 0  | 0  |    |    |    | 0  | 0  | 0  |  |  |

.....  
.....  
.....

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| H | Br | Cr | Dr | Er | Fr | Gr | Hs | Ir | Ar |  |  |
|   | Jb | Kb | Lb |    |    |    |    |    |    |  |  |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |  |
| I | Bb | Cb | Db | Eb | Fb | Gb | Hr | Is | Ar |  |  |
|   | Jr | Kr | Lr |    |    |    |    |    |    |  |  |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |  |
| J | Js | Kr | Lr |    |    |    | Hb | Ir | Ab |  |  |
|   | 0  | 0  | 0  |    |    |    | 0  | 0  | 0  |  |  |

.....  
.....

(b)

カウンタ

|      | A | B | C |
|------|---|---|---|
| Full | 0 | 0 | 0 |
| As   | 0 | 0 | 0 |
| Ir   | 0 | 0 | 0 |
| Hb   | 0 | 0 | 0 |
| Gr   | 0 | 0 | 0 |
| Fr   | 0 | 0 | 0 |
| Er   | 0 | 0 | 0 |
| Dr   | 0 | 0 | 0 |
| Cs   | 0 | 0 | 0 |
| Br   | 0 | 0 | 0 |
| Lb   | 0 | 0 | 0 |
| Kb   | 0 | 0 | 0 |
| Jb   | 0 | 0 | 0 |

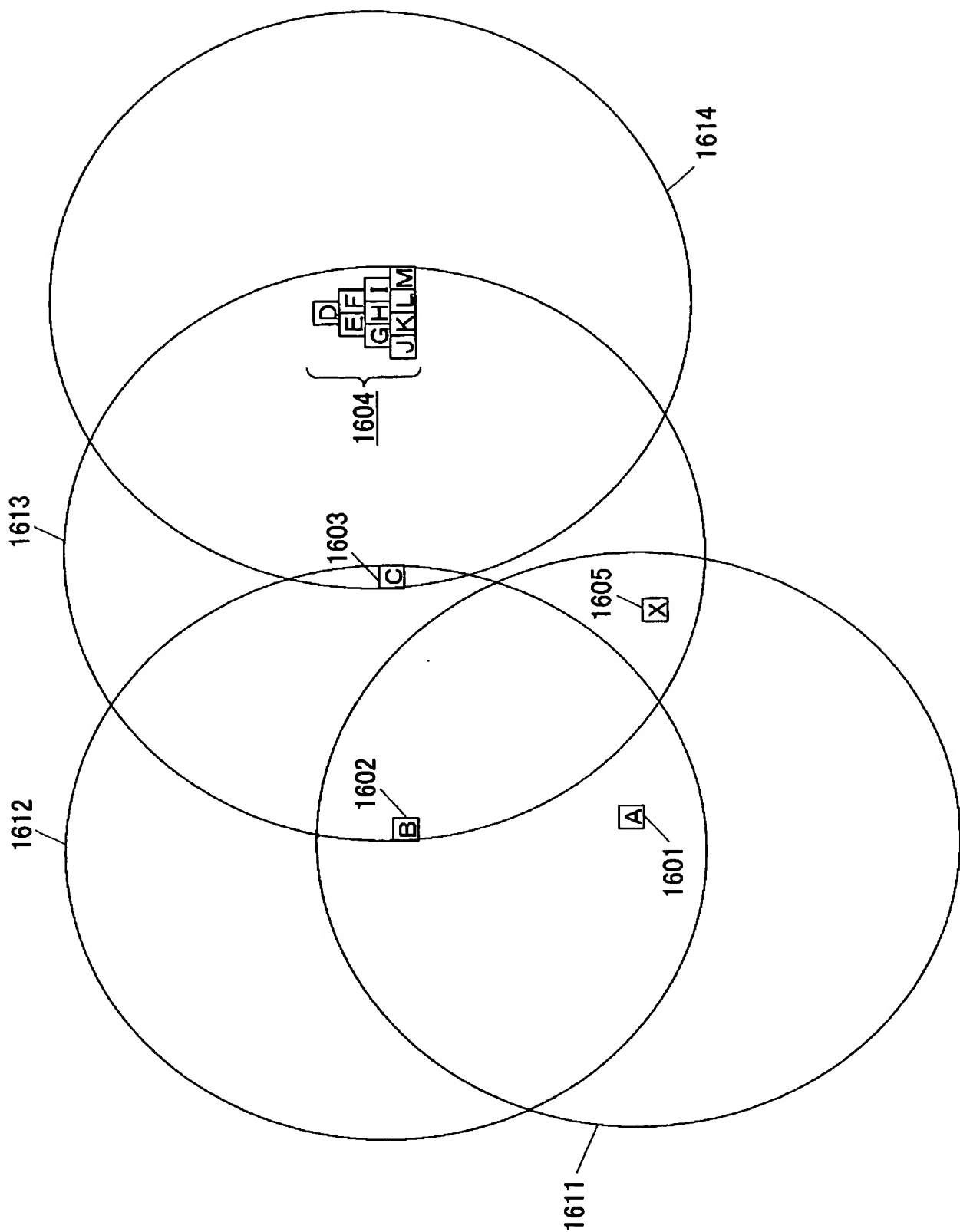
カウンタ

(७)

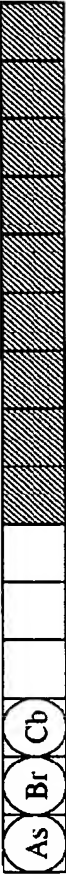
[illegible]

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |      |  |  |  |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|------|--|--|--|
| H | Br | Cr | Dr | Er | Fr | Gr | Hs | Ir | Ab   |  |  |  |
|   | Jb | Kb | Lb |    |    |    |    |    |      |  |  |  |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0    |  |  |  |
| I | Bb | Cb | Db | Eb | Fb | Gb | Hr | Is | Ar   |  |  |  |
|   | Jr | Kr | Lr |    |    |    |    |    |      |  |  |  |
|   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | Full |  |  |  |
| J | Js | Kr | Lr |    |    |    | Hb | Ir | Ab   |  |  |  |
|   | 0  | 0  | 0  |    |    |    | 0  | 0  | 0    |  |  |  |





スロット 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15



A



B



C



X

(a)



A



B



C



X

(b)

(Xs) 自ら発信しているビーコン



ビーコンスロット

(Xr) 受信しているビーコン

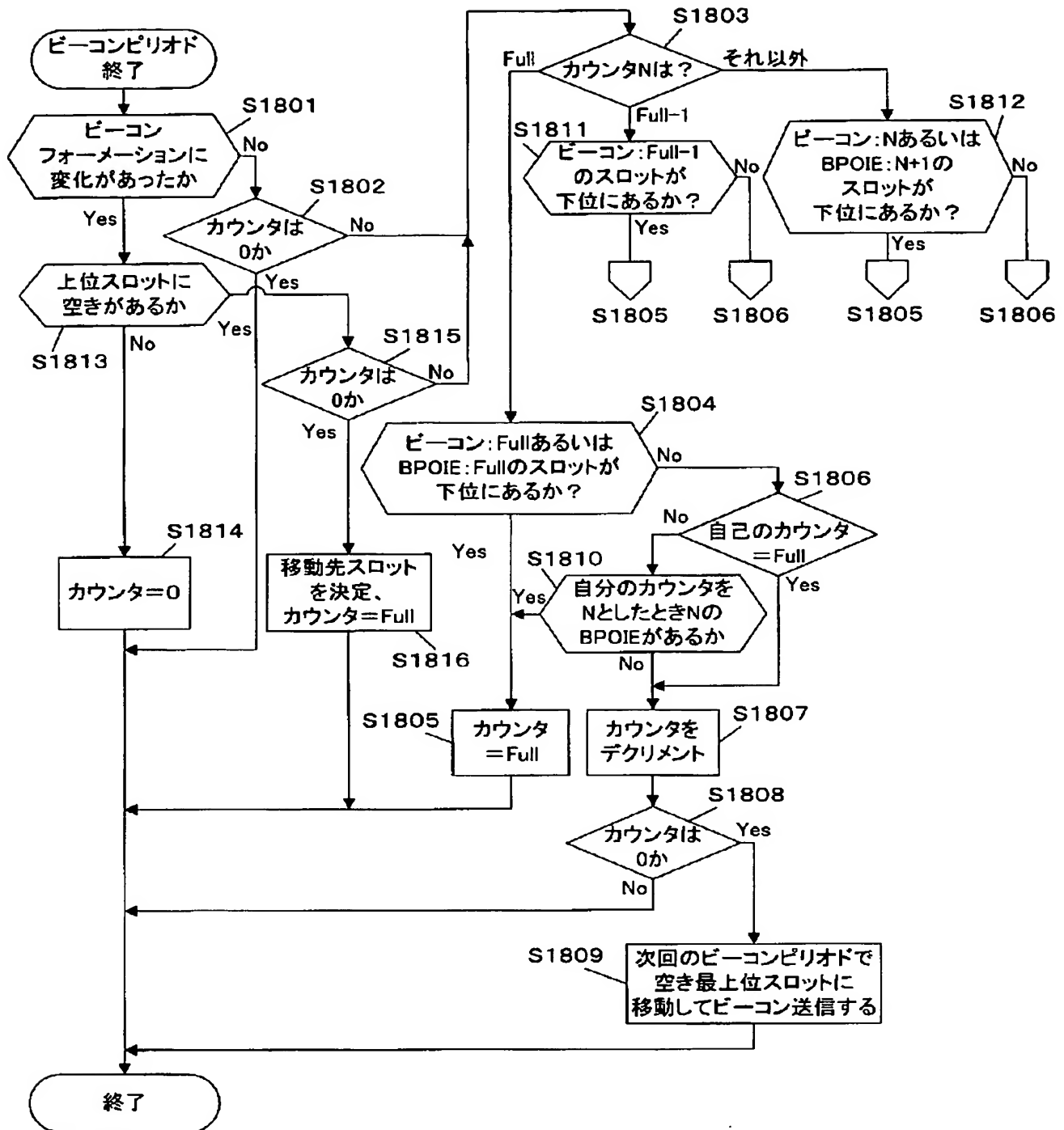


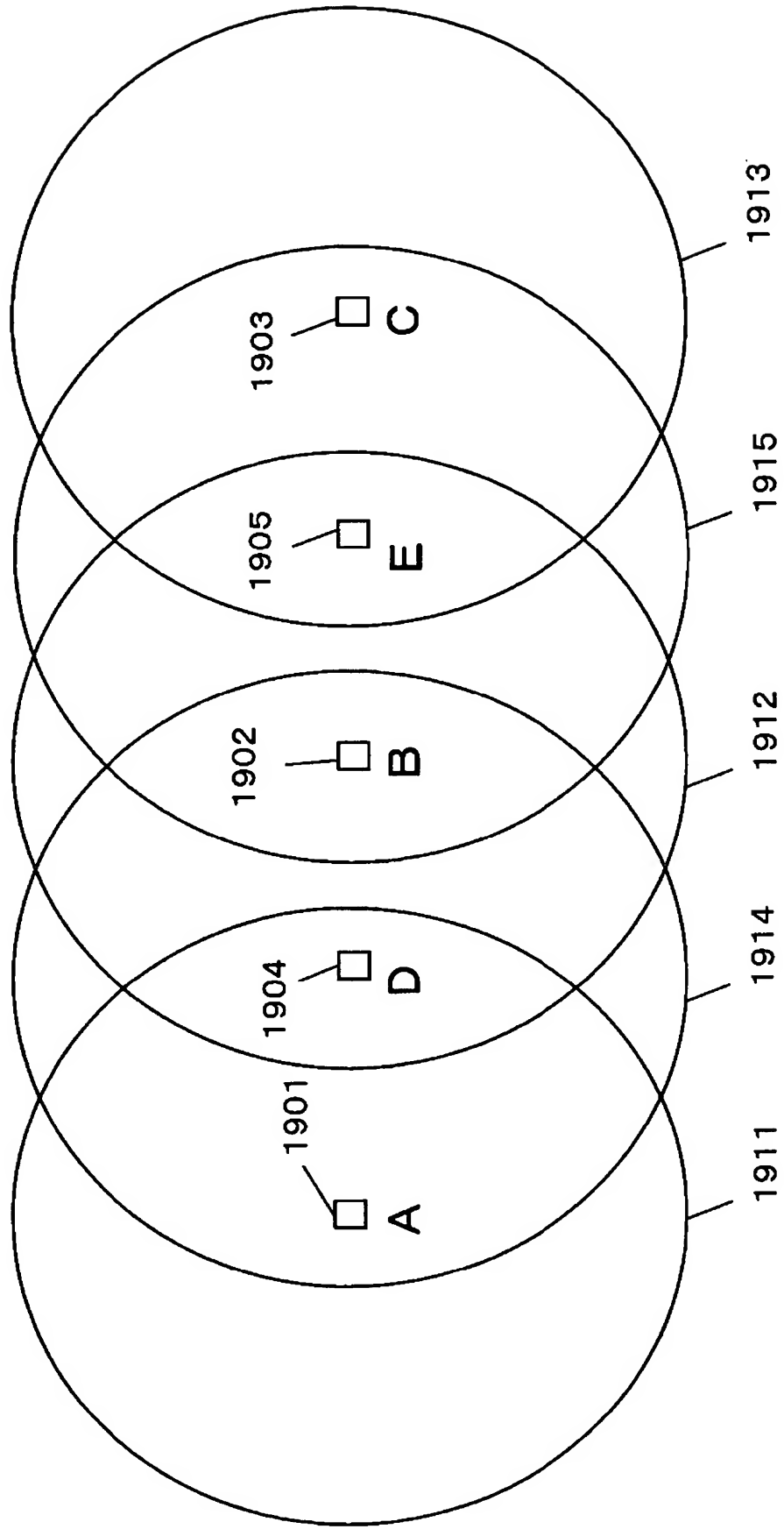
エントリースロット

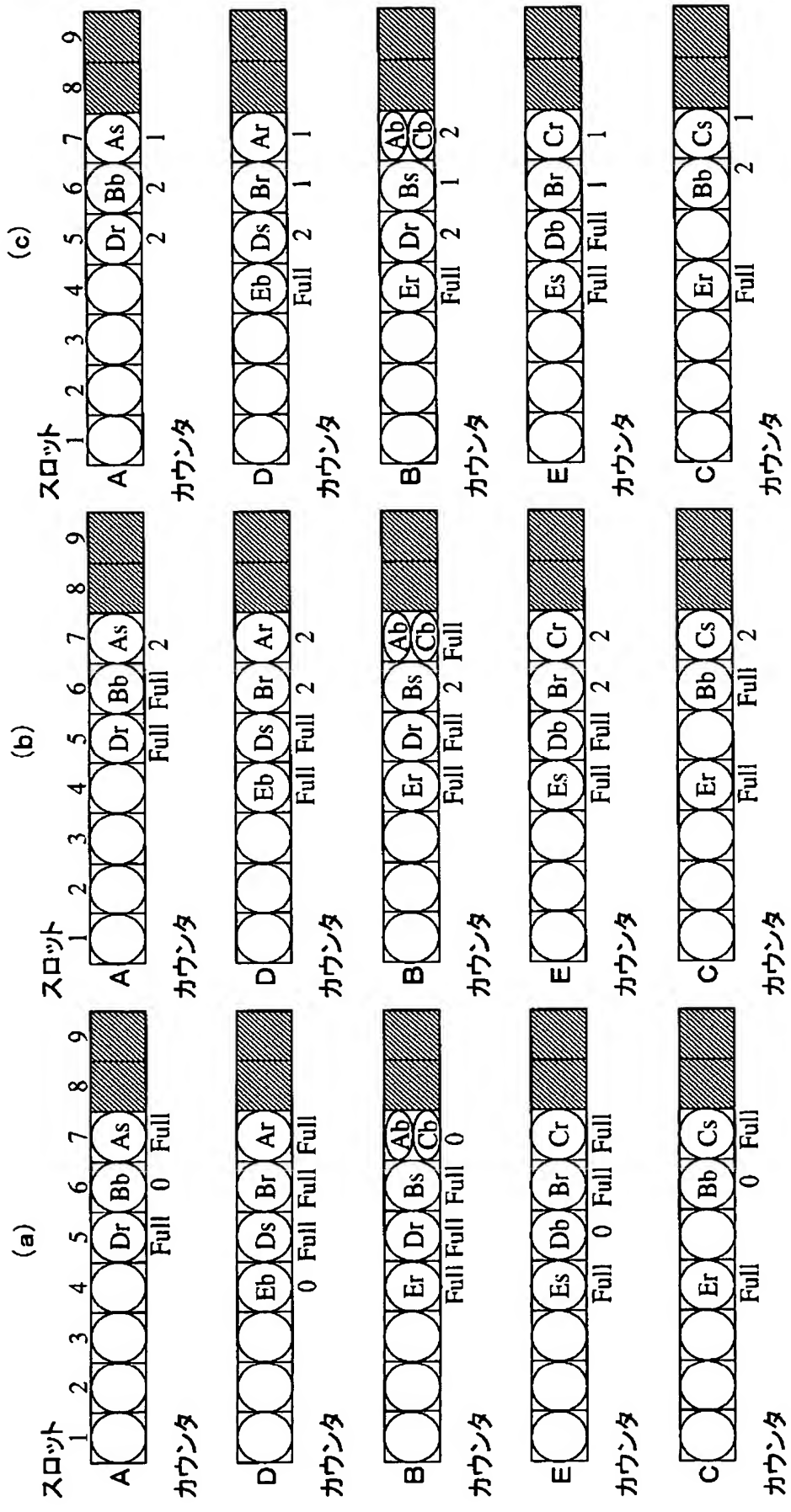
(Xb) ビーコンピリオド占有情報



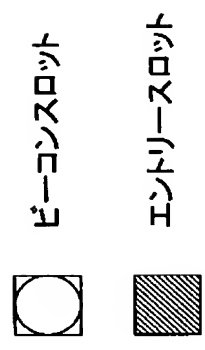
エクストラスロット





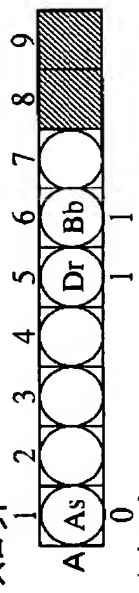


- (Xs) 自ら発信しているビーコン
- (Xr) 受信しているビーコン
- (Xb) ビーコンピリオド占有情報

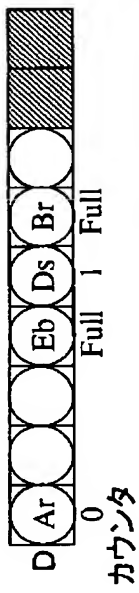


(a)

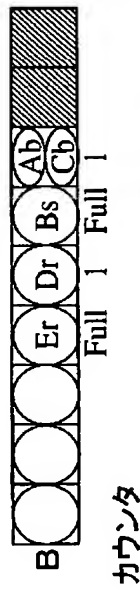
スロット  
カウンタ



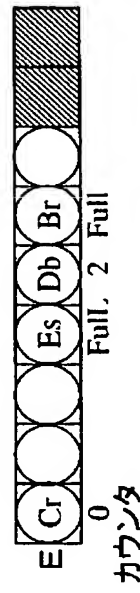
スロット  
カウンタ



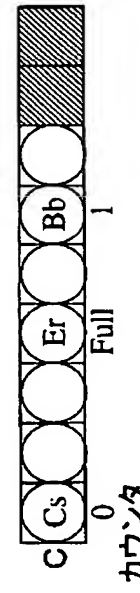
スロット  
カウンタ



スロット  
カウンタ

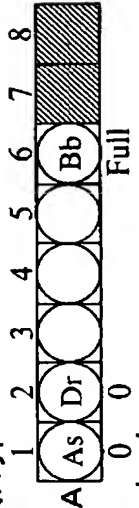


スロット  
カウンタ

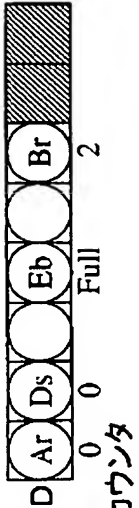


(b)

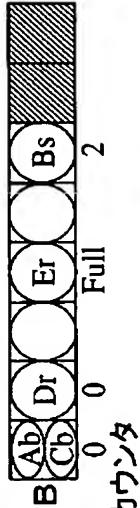
スロット  
カウンタ



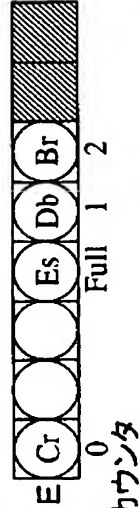
スロット  
カウンタ



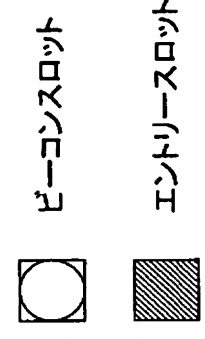
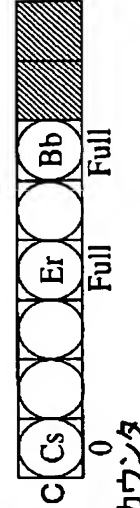
スロット  
カウンタ



スロット  
カウンタ



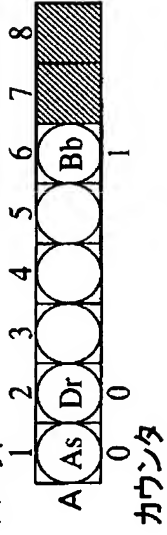
スロット  
カウンタ



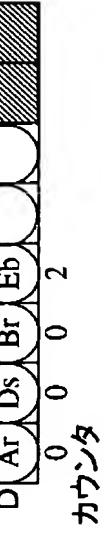
- (Xs) 自ら発信しているビーコン
- (Xr) 受信しているビーコン
- (Xb) ビーコンピリオド占有情報

(a)

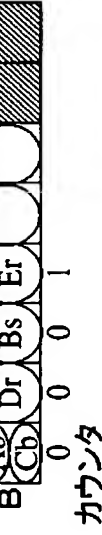
スロット



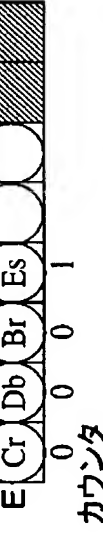
スロット



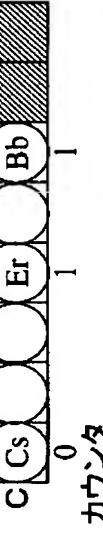
スロット



スロット

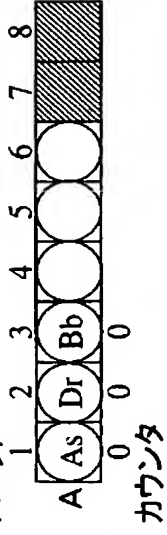


スロット



(b)

スロット



スロット



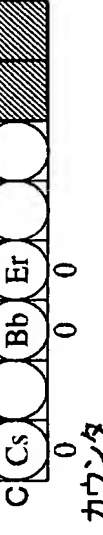
スロット



スロット



スロット



Xs

自ら発信しているビーコン



ビーコンスロット

Xr

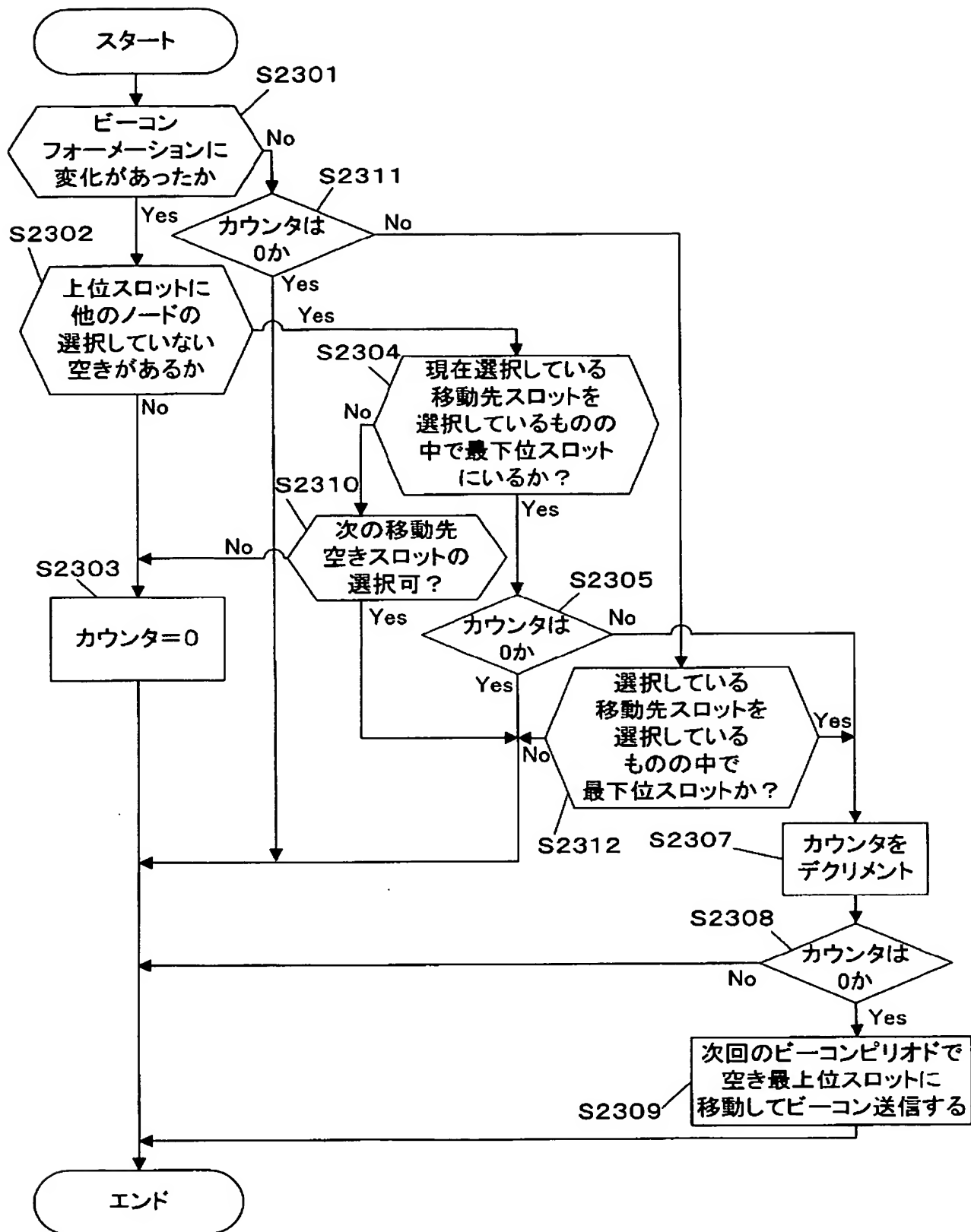
受信しているビーコン



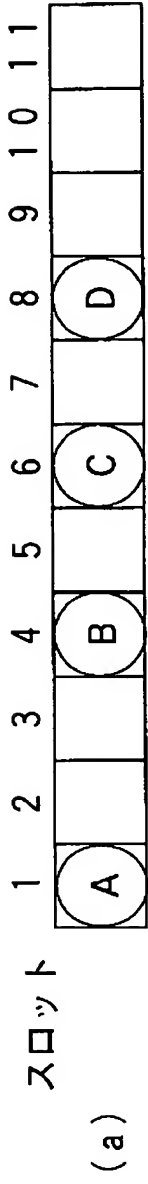
エントリースロット

Xb

ビーコンピリオド占有情報

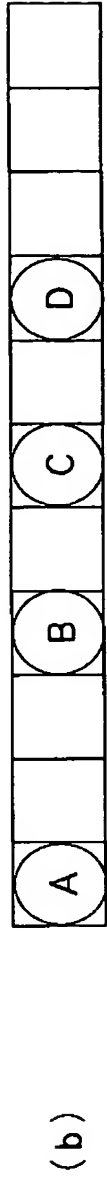






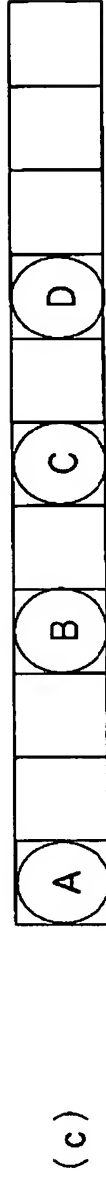
カウンタ 0      Full      Full      Full

移動先スロット番号      2      2      2



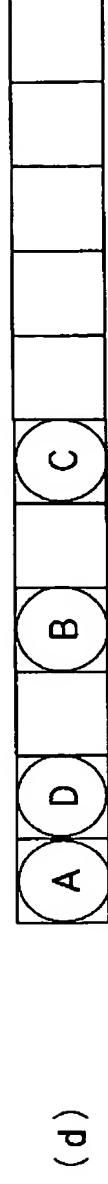
カウンタ 0      Full      Full      Full

移動先スロット番号      3      3      2



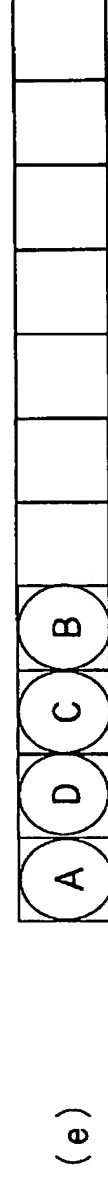
カウンタ 0      Full      2      1

移動先スロット番号      3      3      2



カウンタ 0      0      Full      1

移動先スロット番号      3      3      3



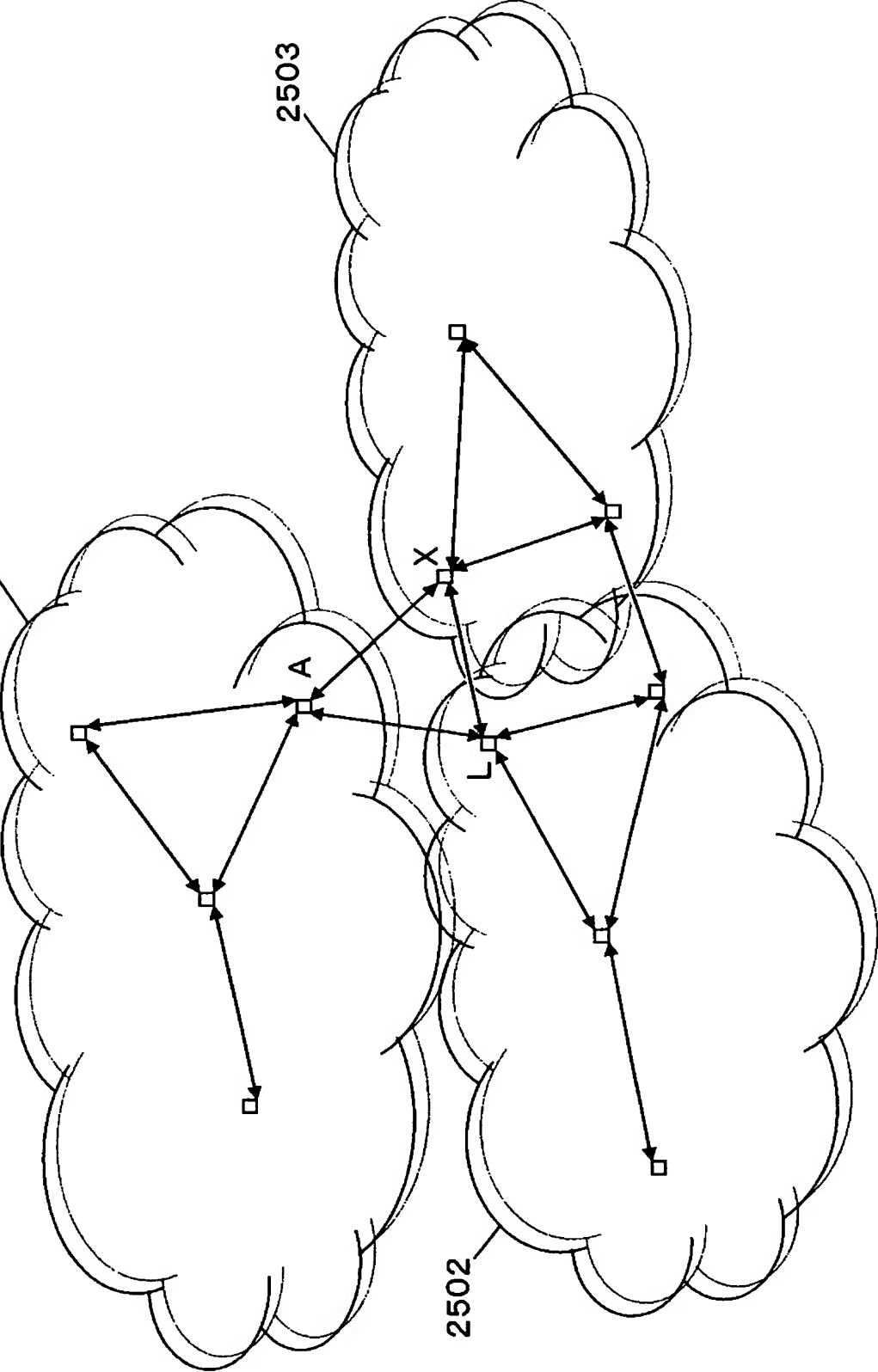
カウンタ 0      0      0      0

移動先スロット番号

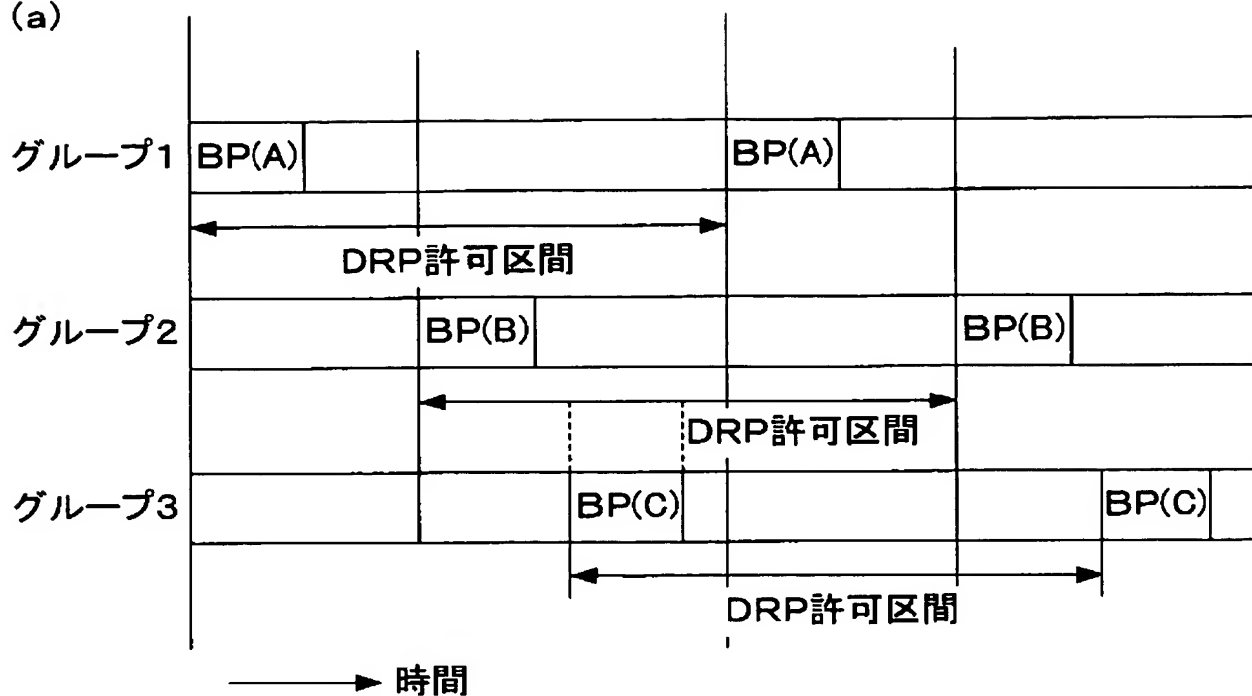
2501

2503

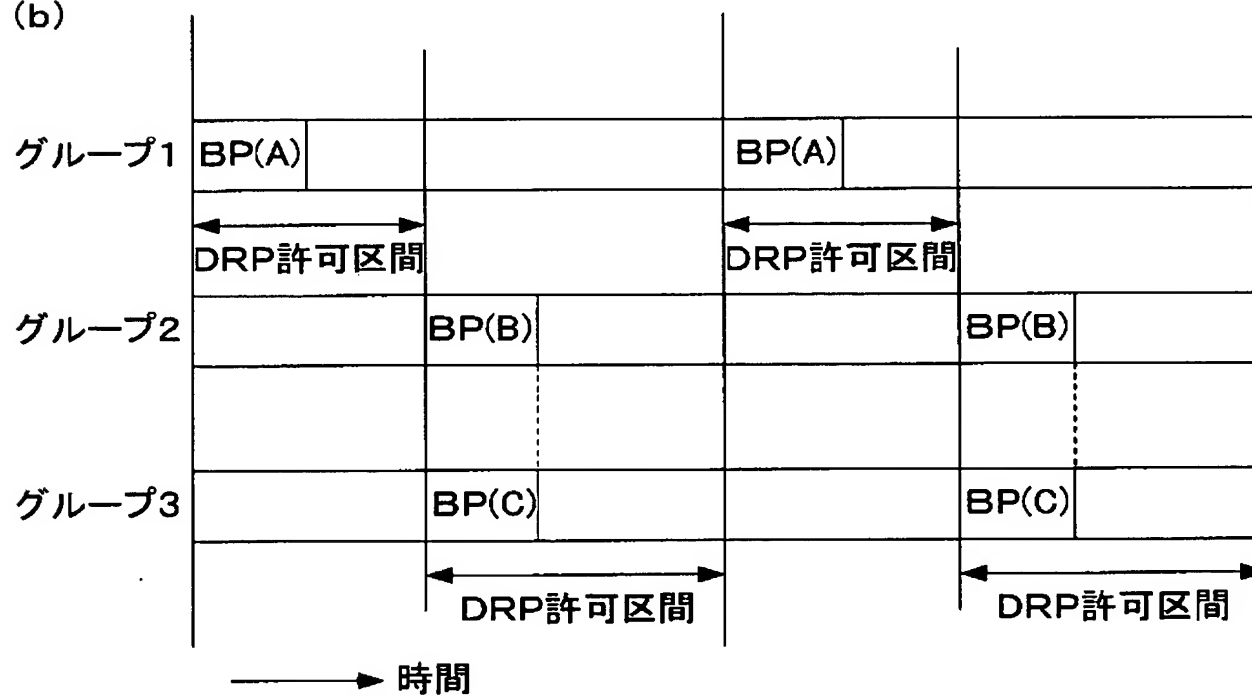
2502



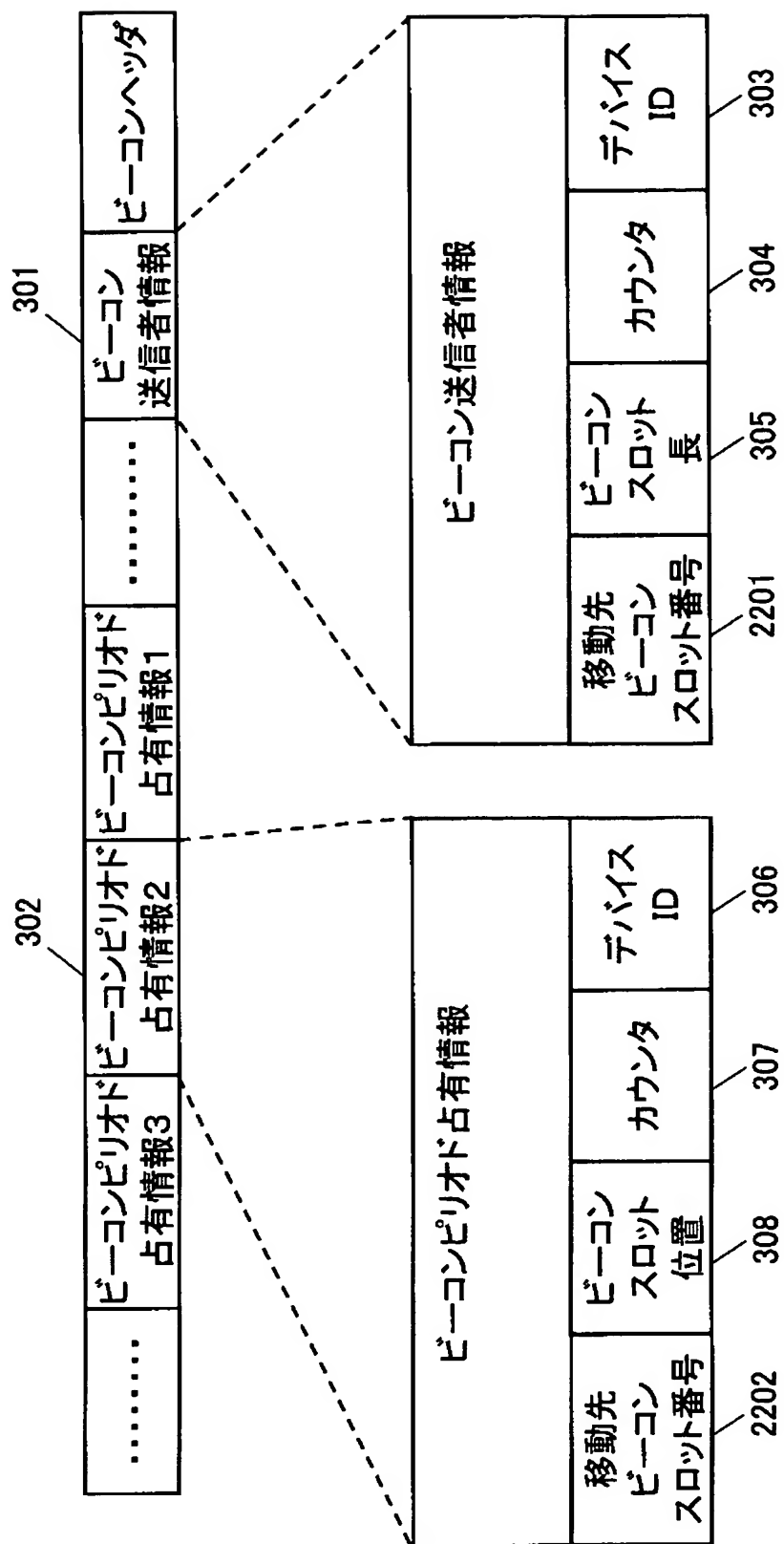
(a)

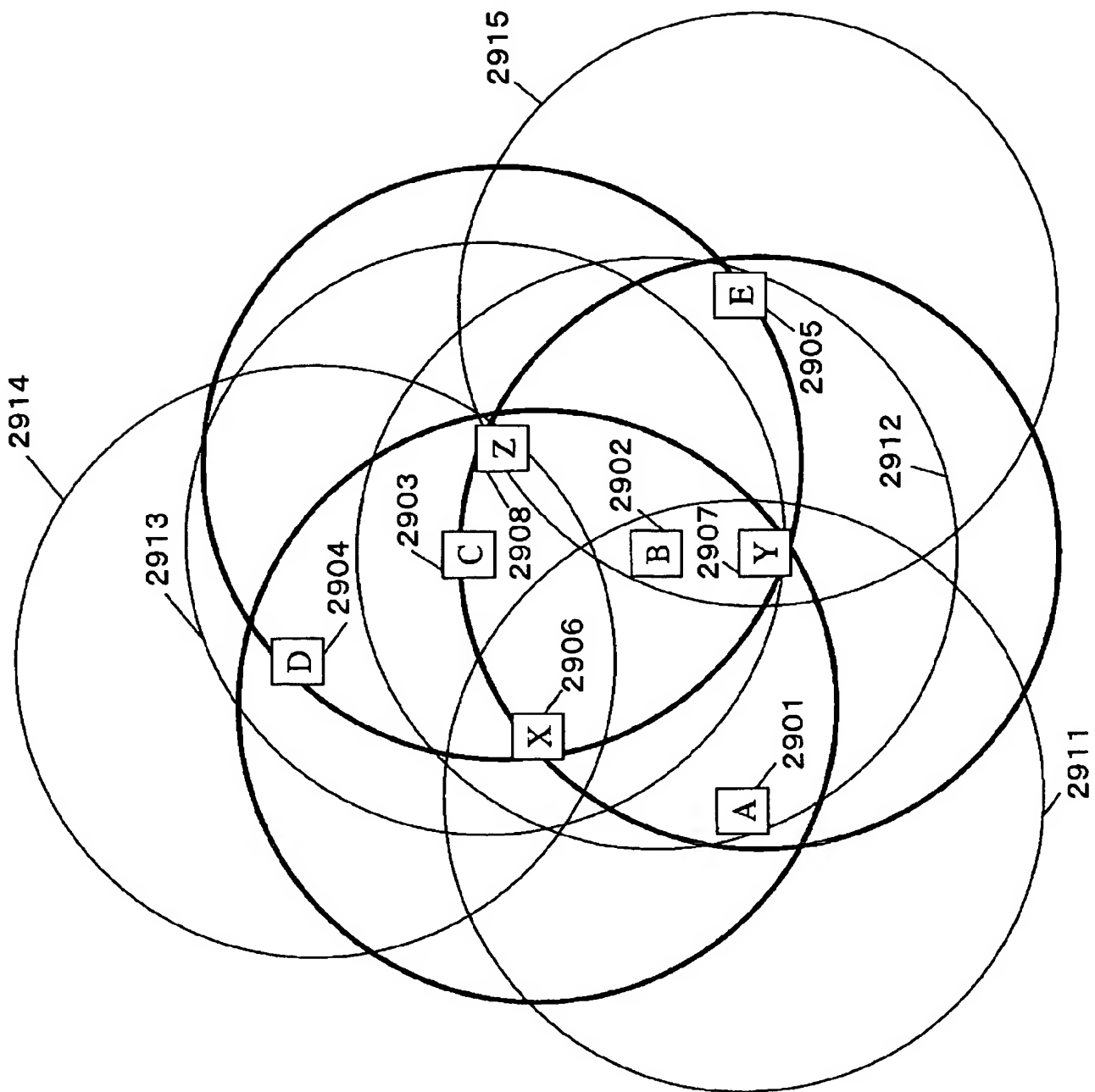


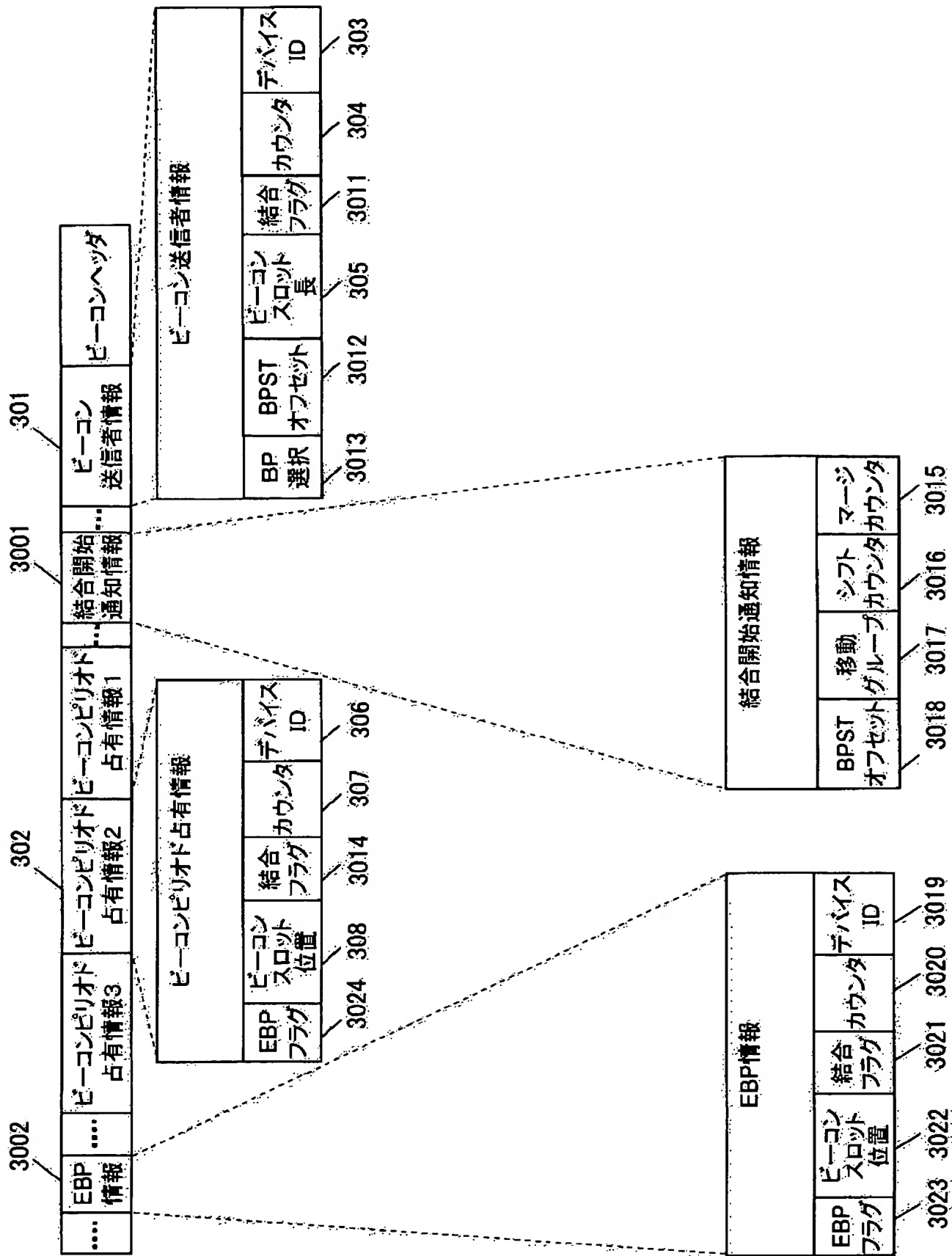
(b)



| 401<br>スロット番号 | 402<br>デバイスID | 403<br>使用状態 | 404<br>種別 | 405<br>移動予定スロットID |
|---------------|---------------|-------------|-----------|-------------------|
| 1             | A             | 0           | Beacon    | 0                 |
| 2             | 0             | 0           | 0         | 0                 |
| 3             | 0             | 0           | 0         | 0                 |
| 4             | B             | 3           | Beacon    | 2                 |
| 5             | 0             | 0           | 0         | 0                 |
| 6             | C             | 3           | Beacon    | 2                 |
| 7             | 0             | 0           | 0         | 0                 |
| 8             | D             | 3           | Beacon    | 2                 |

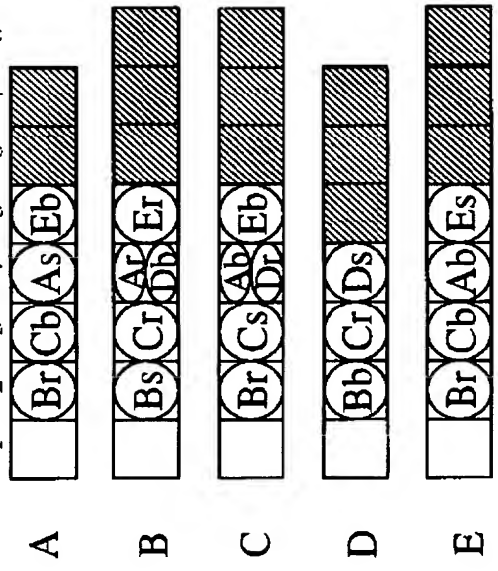






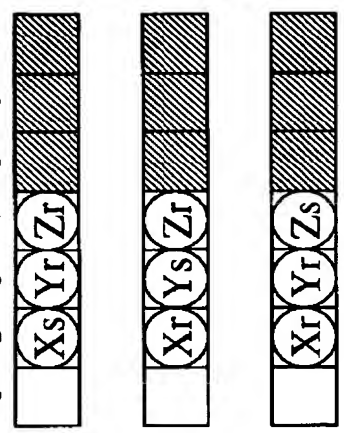
スロット

1 2 3 4 5 6 7 8



スロット

1 2 3 4 5 6 7



Xs

自ら発信しているビーコン

Xr

受信しているビーコン

Xb

ビーコンピリオド占有情報



ビーコンスロット

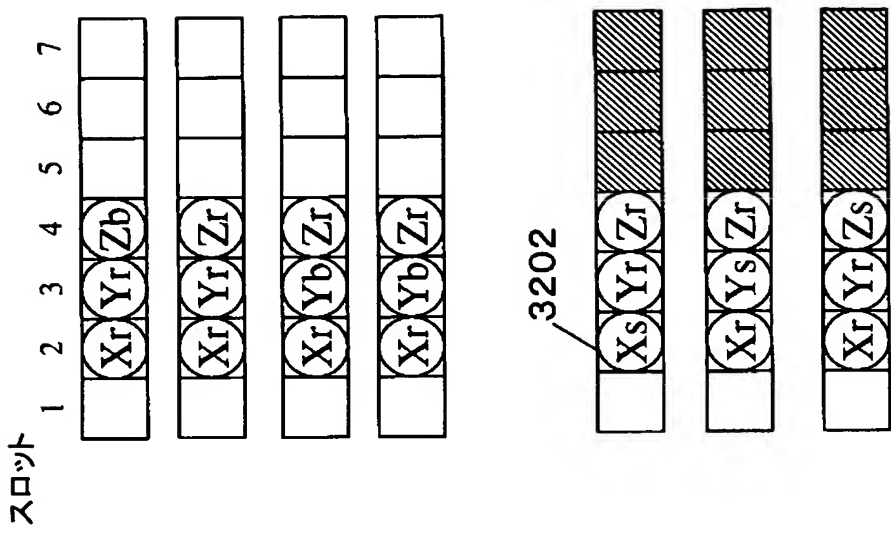
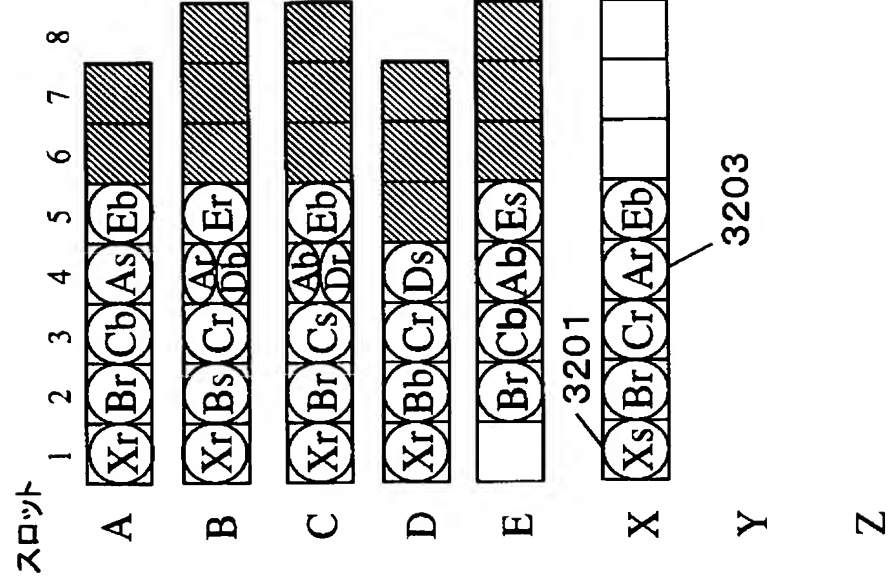


エントリースロット



マージカウンタ= 不定

シフトカウンタ= 不定

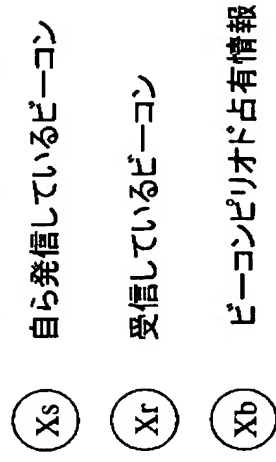
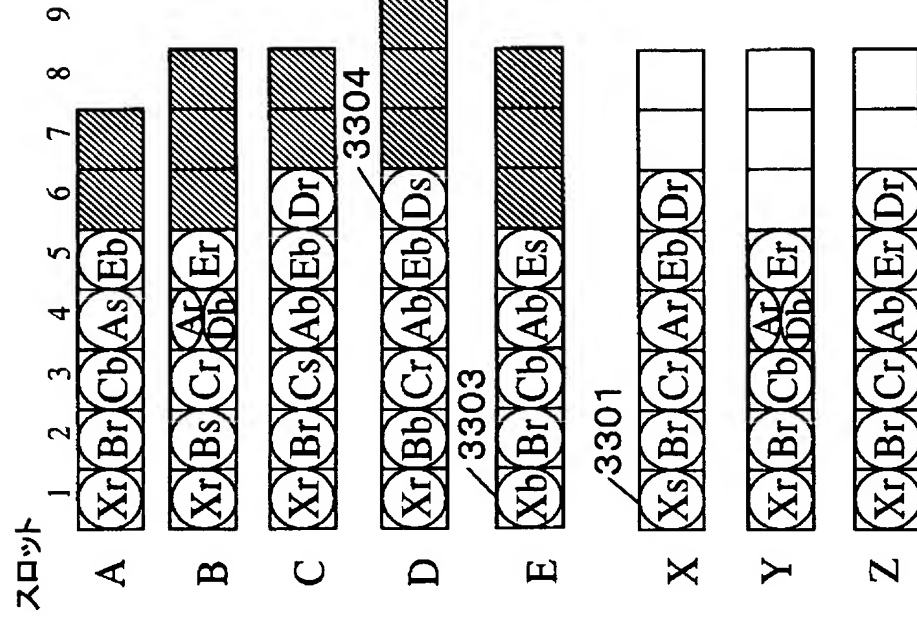




- (Xs) 自ら発信しているビーコン
- (Xr) 受信しているビーコン
- (Xb) ビーコンピリオド占有情報

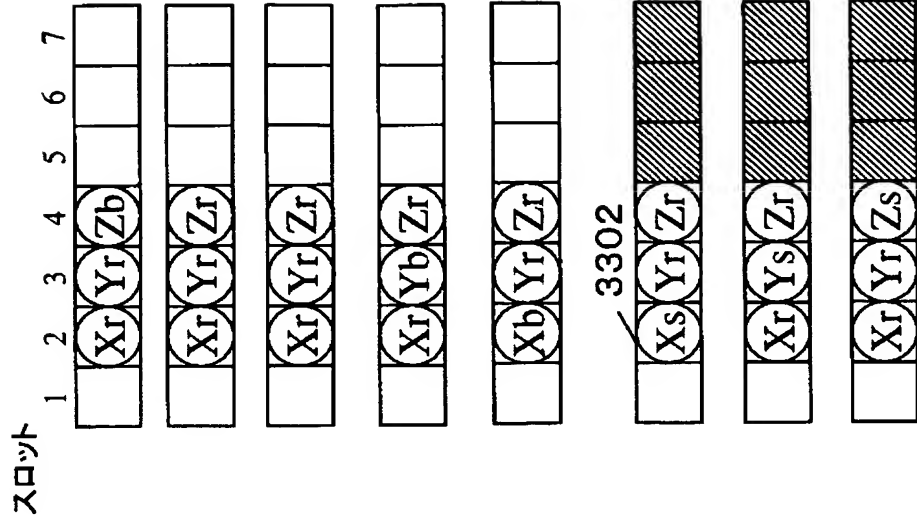
-  ビーコンスロット
-  エントリースロット

マージカウンタ= 5  
シフトカウンタ= 0



ビーコンスロット

エントリースロット



マージカウンタ= 4

シフトカウンタ= 0

スロット

1 2 3 4 5 6 7 8 9

A Xr Br Cb As Eb Db

B Xr Bs Cr Ar Er Db

C Xr Br Cs Ab Eb Dr

D Xr Bb Cr Ab Eb Ds

E Xb Br Cb Ab Es Db

X Xs Br Cr Ar Eb Dr

Y Xr Br Cb Ar Er Db

Z Xr Br Cr Ab Er Dr

スロット

1 2 3 4 5 6 7

Xr Yr Zb

Xr Yr Zr

Xr Yr Zr

Xr Yb Zr

Xb Yr Zr

Xs Yr Zr

Xr Ys Zr

Xr Yr Zs

Xs

自ら発信しているビーコン

Xr

受信しているビーコン

Xb

ビーコンビリオド占有情報



ビーコンスロット



エントリースロット

マージカウンタ= 3

シフトカウンタ= 0

スロット

|   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |
|---|---|----|----|----|----|----|---|---|---|
|   | 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7 | 8 | 9 |
| A |   | Br | Cb | As | Eb | Db |   |   |   |
| B |   | Bs | Cr | Ar | Er | Db |   |   |   |
| C |   | Br | Cs | Ab | Eb | Dr |   |   |   |
| D |   | Bb | Cr | Ab | Eb | Ds |   |   |   |
| E |   | Br | Cb | Ab | Es | Db |   |   |   |
| X |   | Br | Cr | Ar | Eb | Dr |   |   |   |
| Y |   | Br | Cb | Ar | Er | Db |   |   |   |
| Z |   | Br | Cr | Ab | Er | Dr |   |   |   |

スロット

|  |   |    |    |    |   |   |   |
|--|---|----|----|----|---|---|---|
|  | 1 | 2  | 3  | 4  | 5 | 6 | 7 |
|  |   | Xr | Yr | Zb |   |   |   |
|  |   | Xr | Yr | Zr |   |   |   |
|  |   | Xr | Yr | Zr |   |   |   |
|  |   | Xr | Yb | Zr |   |   |   |
|  |   | Xb | Yr | Zr |   |   |   |
|  |   | Xs | Yr | Zr |   |   |   |
|  |   | Xr | Ys | Zr |   |   |   |
|  |   | Xr | Yr | Zs |   |   |   |

3501

Xs

自ら発信しているビーコン

Xr

受信しているビーコン

Xb

ビーコンピリオド占有情報



ビーコンスロット



エントリースロット

マージカウンタ= 2~0

シフトカウンタ= 0

スロット

|   |   |    |    |    |    |    |    |   |   |
|---|---|----|----|----|----|----|----|---|---|
|   | 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8 | 9 |
| A |   | Br | Cb | As | Eb | Db | Xr |   |   |
| B |   | Bs | Cr | Ar | Er | Db | Xr |   |   |
| C |   | Br | Cs | Ab | Eb | Dr | Xr |   |   |
| D |   | Bb | Cr | Ab | Eb | Ds | Xr |   |   |
| E |   | Br | Cb | Ab | Es | Db |    |   |   |
| X |   | Br | Cr | Ar | Eb | Dr | Xs |   |   |
| Y |   | Br | Cb | Ar | Er | Db | Xr |   |   |
| Z |   | Br | Cr | Ab | Er | Dr | Xr |   |   |

3601

スロット

|  |   |    |    |    |   |   |   |
|--|---|----|----|----|---|---|---|
|  | 1 | 2  | 3  | 4  | 5 | 6 | 7 |
|  |   |    | Yr | Zb |   |   |   |
|  |   |    | Yr | Zr |   |   |   |
|  |   |    | Yb | Zr |   |   |   |
|  |   |    | Yb | Zr |   |   |   |
|  |   | Xb | Yr | Zr |   |   |   |
|  |   |    | Yr | Zr |   |   |   |
|  |   |    | Ys | Zr |   |   |   |
|  |   |    | Yr | Zs |   |   |   |

(Xs)

自ら発信しているビーコン

(Xr)

受信しているビーコン

(Xb)

ビーコンピリオド占有情報



ビーコンスロット



エントリースロット

マージカウンタ= 0

シフトカウンタ= 1

スロット

1 2 3 4 5 6 7 8 9

|   |  |    |    |    |    |    |    |  |  |
|---|--|----|----|----|----|----|----|--|--|
| A |  | Br | Cb | As | Eb | Db | Xr |  |  |
| B |  | Bs | Cr | Ar | Er | Db | Xr |  |  |
| C |  | Br | Cs | Ab | Eb | Dr | Xr |  |  |
| D |  | Bb | Cr | Ab | Eb | Ds | Xr |  |  |
| E |  | Br | Cb | Ab | Es | Db | Xb |  |  |
| X |  | Br | Cr | Ar | Eb | Dr | Xs |  |  |
| Y |  | Br | Cb | Ar | Er | Db | Xr |  |  |
| Z |  | Br | Cr | Ab | Er | Dr | Xr |  |  |

スロット

1 2 3 4 5 6 7

|  |  |  |    |    |  |  |  |
|--|--|--|----|----|--|--|--|
|  |  |  | Yr | Zb |  |  |  |
|  |  |  | Yr | Zr |  |  |  |
|  |  |  | Yb | Zr |  |  |  |
|  |  |  | Yb | Zr |  |  |  |
|  |  |  | Yr | Zr |  |  |  |
|  |  |  | Yr | Zr |  |  |  |
|  |  |  | Yr | Zr |  |  |  |
|  |  |  | Ys | Zr |  |  |  |
|  |  |  | Yr | Zs |  |  |  |

(Xs)

自ら発信しているビーコン

(Xr)

受信しているビーコン

(Xb)

ビーコンピリオド占有情報



ビーコンスロット



エントリースロット

マージカウンタ= 0

シフトカウンタ= 2

スロット

1 2 3 4 5 6 7 8 9

A 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Br | Cb | As | Eb | Db | Xr | Yr |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

B 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Bs | Cr | Ar | Er | Db | Xr | Yr |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

C 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Br | Cs | Ab | Eb | Dr | Xr | Yr |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

D 

|  |    |    |    |    |    |    |  |  |
|--|----|----|----|----|----|----|--|--|
|  | Bb | Cr | Ab | Eb | Ds | Xr |  |  |
|--|----|----|----|----|----|----|--|--|

E 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Br | Cb | Ab | Es | Db | Xb | Yr |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

 3801

X 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Br | Cr | Ar | Eb | Dr | Xs | Yr |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

Y 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Br | Cb | Ar | Er | Db | Xr | Ys |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

Z 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Br | Cr | Ab | Er | Dr | Xr | Yr |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

(Xs)

自ら発信しているビーコン

(Xr)

受信しているビーコン

(Xb)

ビーコンピリオド占有情報



ビーコンスロット



エントリースロット

スロット

1 2 3 4 5 6 7

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zb |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zr |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zr |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

|  |  |    |    |  |  |  |
|--|--|----|----|--|--|--|
|  |  | Yb | Zr |  |  |  |
|--|--|----|----|--|--|--|

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zr |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zr |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zr |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zs |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

マージカウンタ= 0

シフトカウンタ= 3

スロット

1 2 3 4 5 6 7 8 9

A 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Br | Cb | As | Eb | Db | Xr | Yr |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

B 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Bs | Cr | Ar | Er | Db | Xr | Yr |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

C 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Br | Cs | Ab | Eb | Dr | Xr | Yr |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

D 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Bb | Cr | Ab | Eb | Ds | Xr | Yb |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

E 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Br | Cb | Ab | Es | Db | Xb | Yr |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

X 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Br | Cr | Ar | Eb | Dr | Xs | Yr |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

Y 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Br | Cb | Ar | Er | Db | Xr | Ys |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

Z 

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Br | Cr | Ab | Er | Dr | Xr | Yr |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

(Xs)

自ら発信しているビーコン

(Xr)

受信しているビーコン

(Xb)

ビーコンピリオド占有情報



ビーコンスロット



エントリースロット

スロット

1 2 3 4 5 6 7

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zb |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zr |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zr |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zr |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zr |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zr |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zr |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

|  |  |  |    |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|
|  |  |  | Zs |  |  |  |
|--|--|--|----|--|--|--|

マージカウンタ= 0

シフトカウンタ= 4



スロット

1 2 3 4 5 6 7 8 9

A

|  |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Br | Cb | As | Eb | Db | Xr | Yr |  |
|--|----|----|----|----|----|----|----|--|

B

|  |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  | Bs | Cr | Ar | Er | Db | Xr | Yr | Zr |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|

C

|  |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  | Br | Cs | Ab | Eb | Dr | Xr | Yb | Zr |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|

D

|  |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  | Bb | Cr | Ab | Eb | Ds | Xr | Yb | Zr |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|

E

|  |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  | Br | Cb | Ab | Es | Db | Xb | Yr | Zr |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|

X

|  |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  | Br | Cr | Ar | Eb | Dr | Xs | Yr | Zr |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|

Y

|  |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  | Br | Cb | Ar | Er | Db | Xr | Ys | Zr |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|

4001

Z

|  |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  | Br | Cr | Ab | Er | Dr | Xr | Yr | Zs |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|

スロット

1 2 3 4 5 6 7

|  |  |  |  |    |  |  |
|--|--|--|--|----|--|--|
|  |  |  |  | Zb |  |  |
|--|--|--|--|----|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

(Xs)

自ら発信しているビーコン

(Xr)

受信しているビーコン

(Xb)

ビーコンピリオド占有情報



ビーコンスロット



エントリースロット

マージカウンタ= 0

シフトカウンタ= 5

スロット

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

|   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
|---|--|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|
| A |  | Br | Cb | As | Eb | Db | Xr | Yr | Zb |  |  |  |
| B |  | Bs | Cr | Ar | Er | Db | Xr | Yr | Zr |  |  |  |
| C |  | Br | Cs | Ab | Eb | Dr | Xr | Yb | Zr |  |  |  |
| D |  | Bb | Cr | Ab | Eb | Ds | Xr | Yb | Zr |  |  |  |
| E |  | Br | Cb | Ab | Es | Db | Xb | Yr | Zr |  |  |  |
| X |  | Br | Cr | Ar | Eb | Dr | Xs | Yr | Zr |  |  |  |
| Y |  | Br | Cb | Ar | Er | Db | Xr | Ys | Zr |  |  |  |
| Z |  | Br | Cr | Ab | Er | Dr | Xr | Yr | Zs |  |  |  |

スロット

1 2 3 4 5 6 7

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

Xs

自ら発信しているビーコン

Xr

受信しているビーコン

Xb

ビーコンピリオド占有情報



ビーコンスロット



エントリースロット

マージカウンタ= 0

シフトカウンタ= 6

管理情報送信

(M1)

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

管理情報送信

(M1)

管理情報受信

通信装置 1

管理情報送信

(M2)

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

管理情報送信

(M2)

管理情報受信

通信装置 2

管理情報送信

(M3)

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

管理情報送信

(M3)

管理情報受信

通信装置 3

管理情報送信

(M4)

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

受信  
ウインドウ

管理情報送信

(M4)

管理情報受信

管理情報  
交換領域 (C1)

管理情報

交換領域 (C1)

管理情報受信

管理情報  
交換領域 (C5)

管理情報

交換領域 (C5)

【要約】

【課題】 無線ネットワークシステムに加入する無線通信装置の数に関わらず、通信効率が良く、消費電力の無駄も少ない無線通信方法を提供する。

【解決手段】 無線通信装置がビーコンビリオドにおいてビーコンを互いに衝突しないように送信する無線ネットワークシステムにおいて、ビーコンスロット位置制御部205がビーコンビリオド内に、自己のビーコンを送信する期間であるビーコンスロットより前に空きのビーコンスロットがあるか否かを検出し、空きビーコンスロットがあるとき、移動カウンタ206が自己のビーコンスロットを前記空きビーコンスロットへ移動するまでの所定のスーパーフレームのカウンタを開始し、カウンタダウンしたとき自己のビーコンを先の空きビーコンスロットで送信することにより、加入する無線通信装置の数が動的に変動しても、通信効率の良い、消費電力の無駄も少ない無線通信を可能にする。

【選択図】 図2

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真1006番地

松下電器産業株式会社

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/014022

International filing date: 01 August 2005 (01.08.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-328770  
Filing date: 12 November 2004 (12.11.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 15 September 2005 (15.09.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse